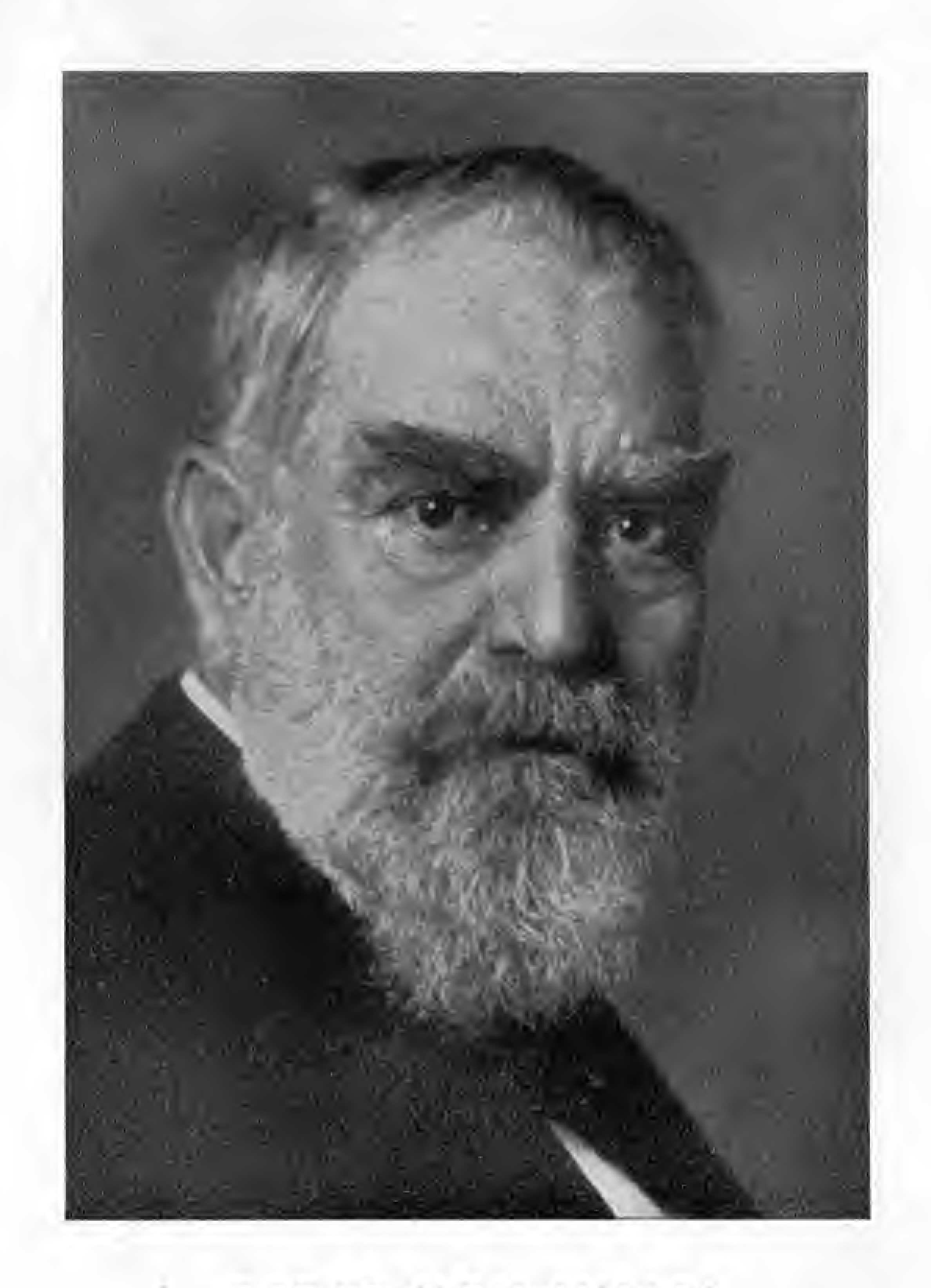


OSKAR VON MILLER

1855 – 1934

DEUTSCHES MUSEUM

VON MEISTERWERKEN DER NATURWISSENSCHAFT UND TECHNIK

MÜNCHEN

RUNDGANG

DURCH DIE SAMMLUNGEN

BEARBEITET VON

THEODOR CONZELMANN

SIEBENTE ERWEITERTE AUFLAGE

MIT 190 BILDERN UND 5 PLÄNEN

HERAUSGEGEBEN VOM DEUTSCHEN MUSEUM

Druck von Knorr & Hirth Kommanditgesellschaft, München



GELEITWORT

Wenn das Deutsche Museum bisher von mehr als vierzehn Millionen Menschen jeden Alters aus den verschiedensten Kreisen und allen Ländern der Welt besucht wurde, so ist dies offenbar ein Beweis dafür, daß man es nicht nur als ein Museum für Fachleute betrachtet, sondern darüber hinaus als eine Bildungsstätte im weitesten Sinne.

Der Schöpfer des Deutschen Museums, Dr. Oskar v. Miller, hatte von Anfang an den umfassenden und organisch aufgebauten Plan einer solchen Volksbildungsstätte vor Augen. Er verwirklichte ihn schrittweise in den drei Bauteilen des Museums.

Im Sammlungsbau ist die Entwicklung der Naturwissenschaft und Technik in lebendiger, auch dem Laien verständlicher Weise durch Maschinen und Apparate, Nachbildungen,

Modelle und Lehrmittel dargestellt. Zu den wertvollsten Schätzen dieser Sammlungen gehören die hervorragenden Meisterwerke der großen Forscher und Erfinder als sichtbare Zeugen schöpferischer Gedanken und Ansporn für künftiges Schaffen.

Die Bibliothek als größte Sammelstelle naturwissenschaftlich-technischen Schrifttums will gleichfalls nicht nur eine Arbeitsstätte für den Gelehrten und Ingenieur sein, sondern ebenso dem mit der Welt des Buches weniger vertrauten Handwerker und Arbeiter dienen. In hellen, geräumigen Lesesälen stellt die Bibliothek ihre besonders übersichtlich geordneten, leicht zugänglichen Bücher und Zeitschriften, Patentschriften und Pläne zur Verfügung.

In den Vortragssälen endlich, die mit den neuesten Einrichtungen zur Vorführung von Lichtbildern, Tonfilmen und Schauversuchen ausgestattet sind, wird nun auch das Wort in den Dienst der Belehrung weitester Volkskreise auf technisch-naturwissenschaftlichem Gebiet gestellt.

Zur Erfüllung dieser gewaltigen Aufgaben des Deutschen Museums haben die bedeutendsten Männer der Wissenschaft und Technik, Industrielle und Handwerker, Künstler und Arbeiter, Behörden und Körperschaften durch opferwillige Stiftungen und wertvolle Mitarbeit beigetragen.

So konnte Oskar von Miller bei der feierlichen Eröffnung der Sammlungen am 7. Mai 1925 mit freudigem Stolz von seinem Werk sagen: „Das Deutsche Museum ist nicht nur eine Stätte der Belehrung für das ganze Volk, es ist nicht nur eine Ruhmeshalle für die Wissenschaft und Technik, es ist vor allem auch ein Denkmal deutscher Einigkeit. Nicht ein Staat, nicht ein Land hat das Deutsche Museum errichtet, es hat den Namen Deutsches Museum weil die ganze deutsche Nation es geschaffen hat."

ZUR GESCHICHTE DES MUSEUMS

1903 Gründung des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik durch Oskar von Miller.

1906 Eröffnung der vorläufigen Sammlungen in den Räumen des ehemaligen Nationalmuseums an der Maximilianstraße.
Gleichzeitig Grundsteinlegung zum eigenen Bau auf der Museumsinsel in Anwesenheit des Deutschen Kaisers und des Prinzregenten Luitpold von Bayern. Architekt: Gabriel von Seidl.

1909 Eröffnung weiterer Sammlungen in der alten Isarkaserne an der Erhardtstraße.

1911 Richtfest des Sammlungsbaues.
Die für 1916 geplante Fertigstellung wurde durch Krieg und Inflation um fast ein Jahrzehnt verzögert.

1925 Eröffnung des Deutschen Museums im Neubau auf der Museumsinsel.

1928 Grundsteinlegung zum Bibliothek- und Saalbau in Anwesenheit des Reichspräsidenten von Hindenburg. Architekt: German Bestelmeyer.

1932 Eröffnung der Bibliothek.

1935 Eröffnung des Saalbaues.

1938 Eröffnung des Erweiterungsbaues für Kraftfahrwesen Architekt: Karl Bäßler.

BESUCHSZEITEN

Die Sammlungen des Deutschen Museums sind täglich von 9—18 Uhr geöffnet.

EINTRITTSPREISE

TAGESKARTEN

Erwachsene	RM 1.—
An Sonn- und Feiertagen	RM —.50
Jugendliche und Studierende	RM —.25
Ab 17 Uhr einheitlich	RM —.25

DAUERKARTEN

monatlich	RM 2.—
halbjährlich	RM 3.—
jährlich	RM 5.—

Jugendliche und Studierende die Hälfte

GRUPPENKARTEN

Vereine und Gesellschaftsreisen bei geschlossener Teilnahme	RM —.50
Schüler und Studierende unter Leitung einer Lehrkraft	RM —.10

FÜHRUNGEN

Die Tageskasse vermittelt jederzeit sachkundige Führer. Teilnahme an Gruppenführungen je Person RM 1.—. Schul- und Sonderführungen nach festgesetztem Tarif.

VORTRÄGE

Führungsvorträge in den Sammlungen:
jeden Montag, Mittwoch und Freitag 18^{15} Uhr.

Lichtbildervorträge im Vortragssaal des 2. Stockes:
jeden Montag 18^{15} Uhr.

Filmvorträge im Vortragssaal des 2. Stockes:
Dienstag mit Samstag 18^{15} Uhr.

Teilnahme an den Vorträgen für Museumsbesucher frei.

PHOTOGRAPHIEN

Die Lichtbildstelle besitzt über 8000 Negative der wichtigsten Sammlungsgegenstände, wovon Papierabzüge, Diapositive und Vergrößerungen zu beziehen sind. Ansichtsmappen liegen im Verwaltungsbau, Zimmer 18, auf.

KATALOGE, BÜCHER, POSTKARTEN

sowie Veröffentlichungen über das Deutsche Museum sind am Bücherstand in der Eingangshalle erhältlich.

SPEISEN UND ERFRISCHUNGEN

können in den Restaurationsräumen (Erdgeschoß) und in der Speisehalle (Untergeschoß) eingenommen werden. Bei günstiger Witterung ist das Garten-Café an der Windmühle geöffnet.

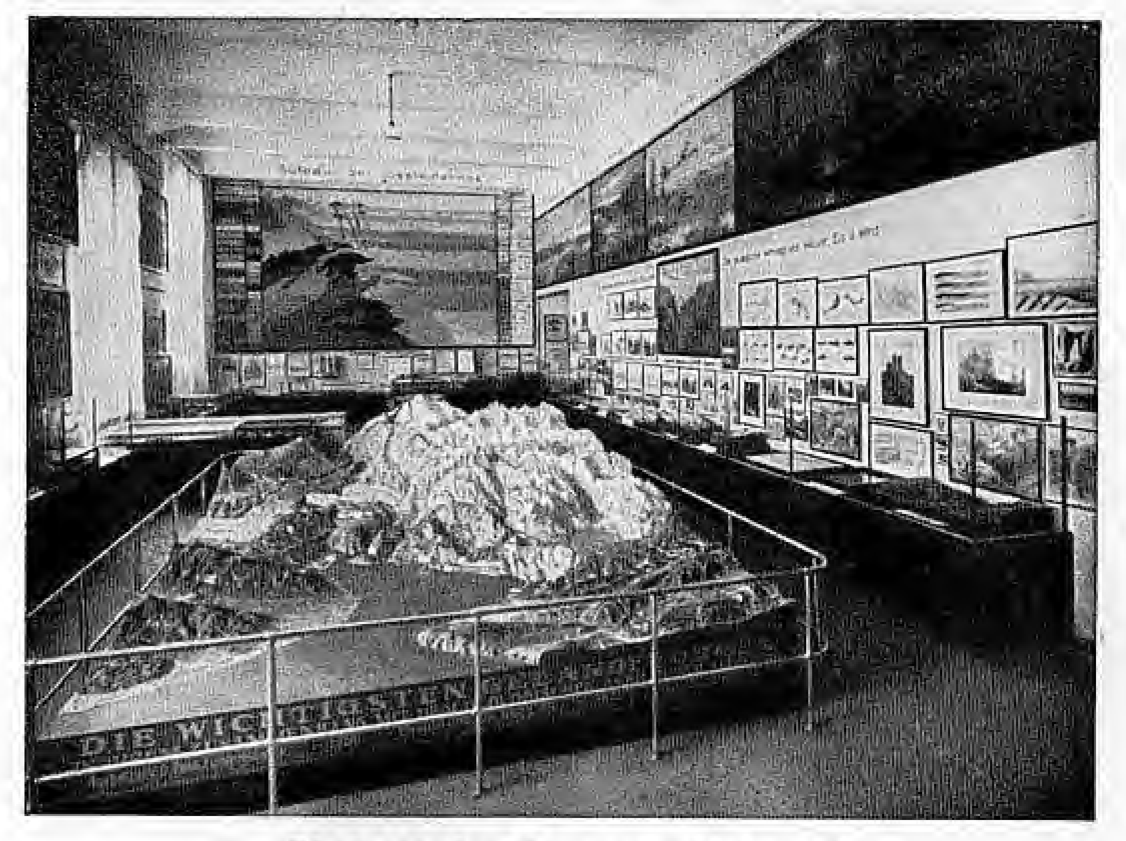
WEGWEISER

RUNDGANG

DURCH DIE SAMMLUNGEN

Der Weg durch das Museum ist mit **roten Pfeilen** und fortlaufenden Raum-Nummern bezeichnet.

ERDGESCHOSS OST



Blick in die Gruppe „Geologie“

GEOLOGIE

Raum 3: Entwicklung der geologischen Erkenntnisse

D a s E r d i n n e r e: Sieben Tafeln über dem Eingang und ein Schnittmodell der Erdkugel geben den Wandel der Anschauungen über das Innere unserer Erde seit dem Altertum wieder.

D i e d y n a m i s c h e G e o l o g i e: Sie beschäftigt sich mit den Kräften, die dauernd an der Umgestaltung der Erdoberfläche tätig sind. Zwei Arten dieser Kräfte sind zu unterscheiden: von innen wirkende und von außen wirkende. Zur ersten Gruppe gehören Vulkanismus und Gebirgsbildung, zur zweiten die Tätigkeit des Windes, des Wassers, des Eises sowie der Pflanzen- und Tierwelt.

Während in der Saalmitte ein großes Idealmodell von A. Sieberg die wichtigsten Geländeformen in anschaulicher Weise zusammenfaßt, sind typische Einzelbeispiele aus allen Teilen der Erde längs der Wände erläutert.

Abwärts über die Treppe:

Raum 4: Erdbebenforschung

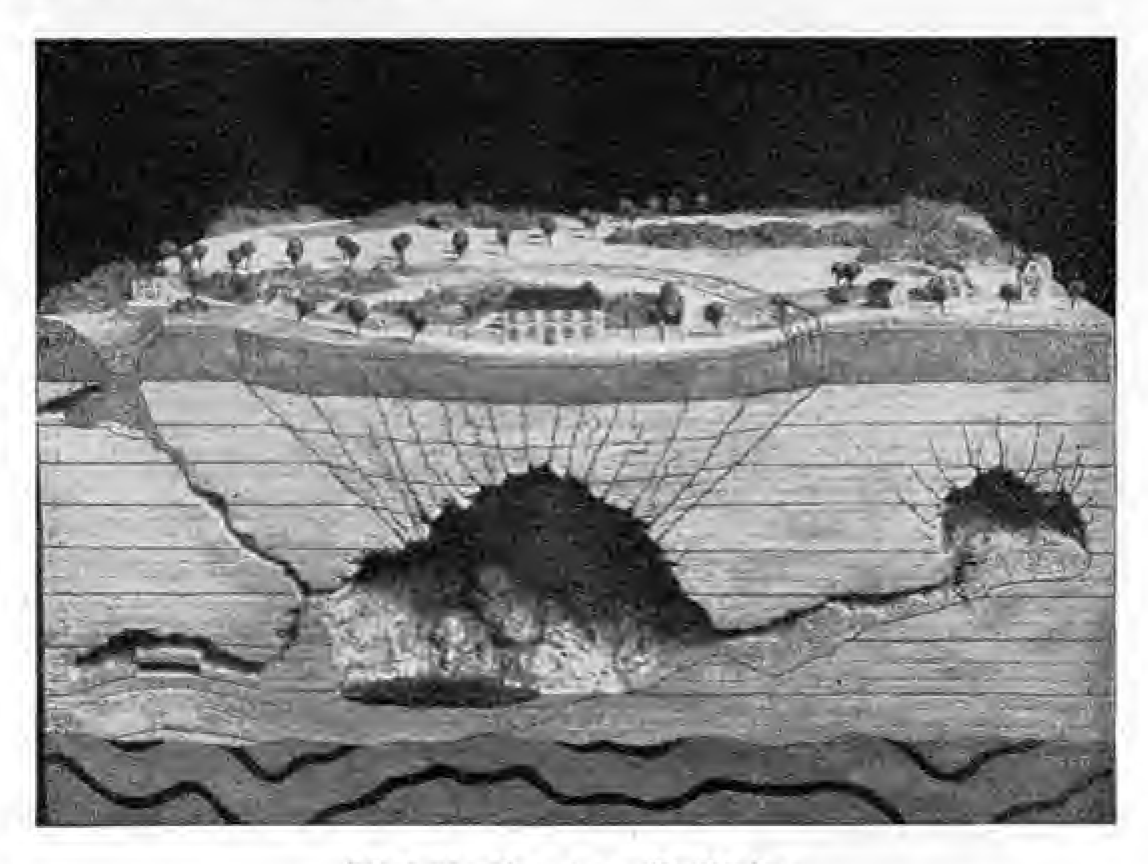
Nur wenige Erderschütterungen rühren von vulkanischen Erscheinungen oder Wirkungen unterirdischer Auswaschungen her. Neun Zehntel aller Erdbeben gehen auf den Bau der Erdkruste selbst zurück. Diese tektonischen Beben werden durch Spannungsausgleich in einzelnen Teilen der Kruste verursacht.

Neben Modellen und Bildern von Erdbebenkatastrophen sind die Apparate, die der Aufzeichnung der Erdstöße dienen, die Seismographen, in ihrer Entwicklung und stetigen Verfeinerung gezeigt.

Zurück über Raum 3 nach

Raum 5: Versteinerungskunde

Hier finden wir die Geschichte des Lebens auf der Erde, wie sie uns die Funde in den einzelnen übereinander liegenden Schichten erschließen. Die Abschnitte der Erdzeitalter, Erdaltertum (Paläozoikum), Erdmittelalter (Mesozoikum) und Erdneuzeit (Känozoikum), die auf den großen Wandgemälden und der Übersicht „Aufbau der Gesteinsrinde" des Hauptsaales geschildert sind, werden durch zahlreiche Fundstücke und Rekonstruktionen von der Urzeit bis zum Auftreten des Menschen belegt. Bemerkenswert ist das Modell einer primitiven Höhlenwohnung, das die Lebensweise der Eiszeitmenschen veranschaulicht.



Modell: Einsturz-Erdbeben



Teilstück aus dem Schnittmodell: Aufgaben des Bergbaues

BERGWESEN

Raum 6: Einführung. Bergbau-Tagesanlagen

Der Bergbau bezweckt, die nutzbaren Mineralien der Erde aufzusuchen, sie zu Tage zu fördern und in technisch verwendbaren Zustand zu bringen. Die dabei vorkommenden Aufgaben sind einleitend durch ein 15 Meter langes Modell zusammengefaßt. Dem Aufsuchen der Mineralien dient das Schürfen und Tiefbohren. Sind abbaufähige Schichten festgestellt, so werden waagrechte Stollen oder senkrechte Schächte als Zugänge und Förderwege angelegt. Der Zuführung frischer Luft und der Beseitigung explosiver Gase dient die Wetterführung mit ihren über Tag aufgestellten Ventilatoren. Endlich ist eine Pumpen-Anlage, die sogenannte Wasserhaltung, notwendig, damit die Grube nicht ersäuft.

Um Tiefbohrungen durchzuführen, verwendet man die Meißel- und die Kernbohrung, die beide an den Seiten des Treppenhaus-Eingangs im Schnitt gezeigt sind.

Bei der Meißelbohrung wird der am Bohrgestänge aufgehängte Meißel gehoben, fallen gelassen und gedreht. Das entstehende Bohrmehl wird durch Druckwasser herausgespült.

Beim Kernbohrverfahren dagegen ist der rohrartige Bohrer unten mit Diamanten oder besonders harten Stählen besetzt. Die Aufschlüsse über den geologischen Aufbau der Schichten sind hierbei

sicherer, weil die gewonnenen Bohrkerne ein getreues Abbild dieser Schichten geben. Eine Sammlung verschiedenster Bohrkerne ist gegenüber aufgestellt.

Beachtenswert neben einigen Modellen von Bohranlagen ist der Einblick in einen im Bau befindlichen Schacht in natürlicher Größe. Er zeigt die Arbeitsweise einer Schachtbohranlage nach Kind-Chaudron mit einem bis 25 Tonnen schweren von Dampfkraft bewegten Stückbohrer.

Raum 7: Schachtförderung

Die Förderung der Mineralien aus dem Bergwerk geschah anfangs durch Tragen oder durch einfache Kübelförderung mit Hand- und Göpelbetrieb. Später folgen Dampf- und elektrische Förderanlagen. Ein betriebsfähiges Modell zeigt einen elektrischen Schachtaufzug. In den Förderkorb werden die Bergmannswagen, die sogenannten Hunde, eingeschoben und mit einer Geschwindigkeit von 20—25 Meter in der Sekunde zu Tage gefördert.

Raum 8: Treppenhaus

Durch den betriebsfähigen Schachtaufzug oder über die Treppe gelangt man zu den unteren Bergwerksräumen. Ein Diorama im Treppenhaus zeigt eine Bergwerksgegend zur Zeit Agricolas (16. Jahrhundert) mit Rutengänger und Schürfarbeit.

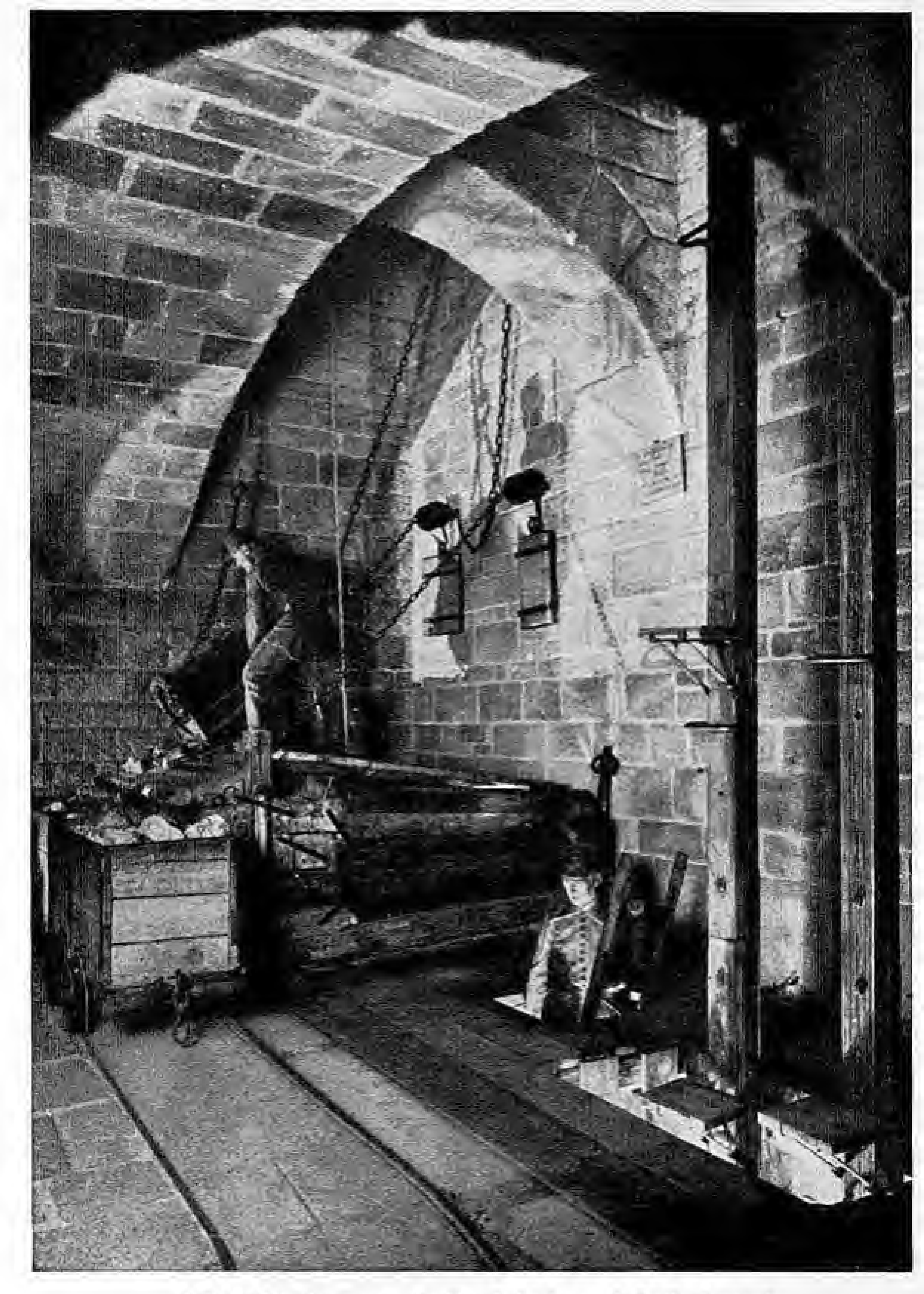
Raum 9—10: Schachtbau

Hier wird zunächst das Abteufen von Hand veranschaulicht, wobei die Sprenglöcher mit Handbohrer und Fäustel hergestellt werden. Weiter folgt ein Einblick in den Kind-Chaudron-Schacht an seiner tiefsten Stelle und in einen neuzeitlichen Schacht mit Preßlufthämmern und Abteufpumpe. Daneben ein Schacht mit sogenanntem Tübbing- oder Gußringausbau und ein gemauerter Senkschacht mit Greifbagger.

Raum 11: Gefrier- und Zementierverfahren

In besonders schwierigen Fällen, in Schwimmsandschichten oder wasserführendem Gestein verwendet man Gefrier- und Zementierverfahren.

Beim Gefrierverfahren werden in das Gebiet des zu bauenden Schachtes Röhren eingesenkt, durch die man bis zu 50 Grad kalte Flüssigkeit (z. B. Magnesiumchlorid-Lösung) schickt. Innerhalb von fünf Monaten entsteht eine Frostmauer, die sich in gewöhnlicher



Kübelförderung, Leiterfahrt und Fahrkunst

Weise abbauen und mit gekrümmten Eisenplatten, den Gußringen, auskleiden läßt.

Beim Zementierverfahren wird durch eine Pumpe Zementmilch in die wasserführenden Gesteinsschichten gepreßt, um diese zu verstopfen.

Aufwärts über die Treppe:

Raum 12: Kehrrad-Anlage

Das große Wasserrad, das je nach der Richtung des zugeführten Wassers vor- oder rückwärts läuft, dient zum Antrieb der Kübelförderung im anschließenden Raum.

Raum 13: Schachtbetrieb um 1830

Dieser Raum enthält die Originalausrüstung einer Schachtmündung (Hängebank) der Rammelsberger Erzgrube bei Goslar. Neben der Kübelförderung finden wir hier eine Leiterfahrt und eine sogenannte Fahrkunst, die in Betrieb zu sehen ist.

Eine solche Fahrkunst besteht aus zwei ständig auf- und abwärts bewegten Gestängen mit Trittbrettern und Handgriffen. Durch entsprechend abwechselndes Übertreten können die Bergleute die Einrichtung gleichzeitig zur Einfahrt oder zur Ausfahrt verwenden, ohne daß die Antriebsmaschine umgesteuert werden muß. Die Fördergeschwindigkeit beträgt in der Minute etwa 20 Meter.

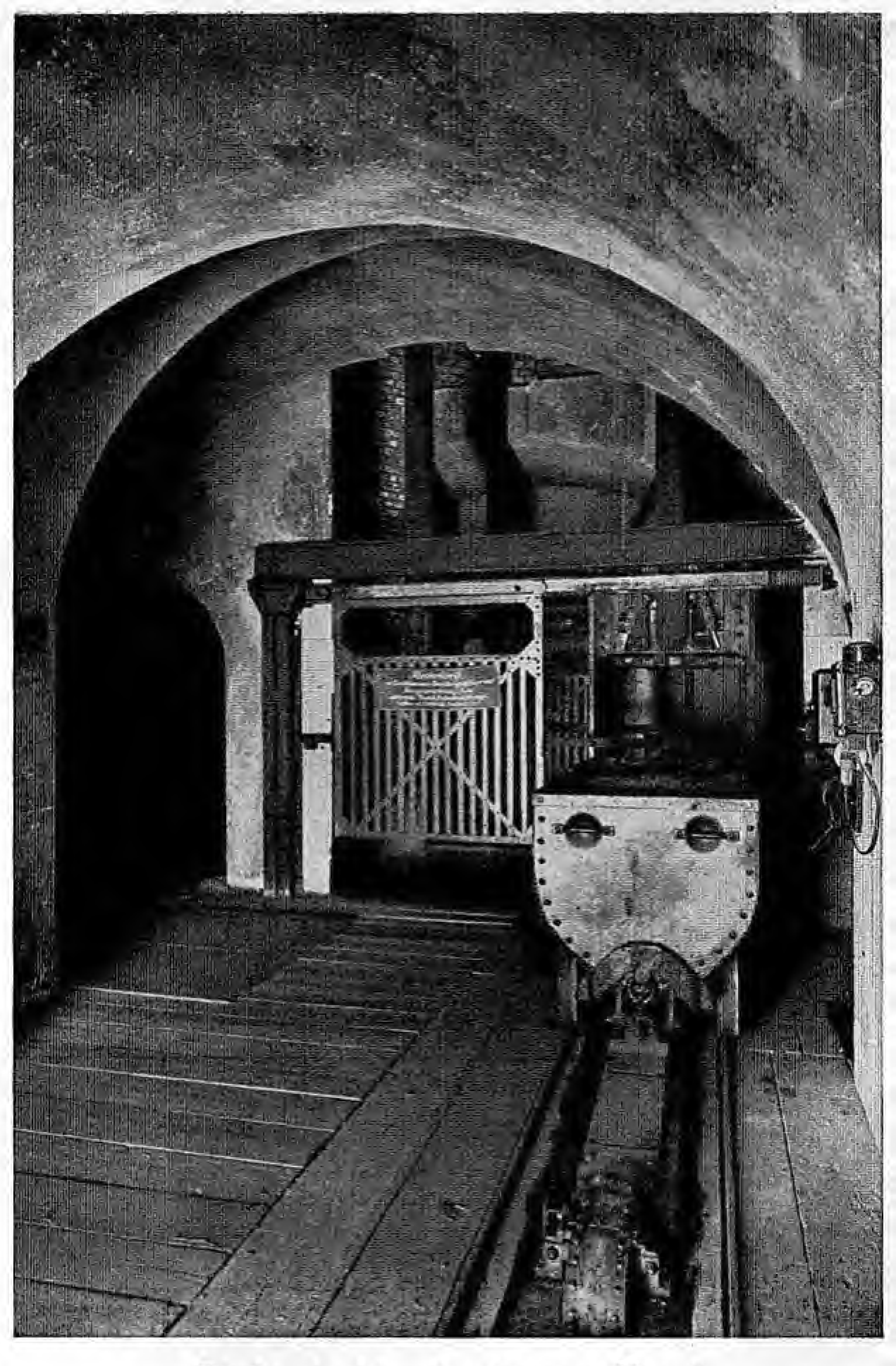
Raum 14: Zwei Schächte

Rechts der Einblick in den mittleren Abschnitt des Kind-Chaudron-Schachtes, links der Schacht mit Abteufpumpe.

Raum 15: Neuzeitlicher Schachtbetrieb

Wir gelangen an das Füllort einer Kohlengrube in etwa 800 Meter Tiefe nach dem Vorbild des Haushamer Klenzeschachtes. Hier treffen von den oft weit entfernten Abbauen die gefüllten Grubenwagen ein. Sie werden durch eine elektrisch betriebene Durchstoß-Vorrichtung, den sogenannten „eisernen Mann", in den mit zwei Etagen versehenen Förderkorb geschoben, während gleichzeitig die darin befindlichen leeren Wagen auf der entgegengesetzten Seite hinausgestoßen werden.

In den folgenden Räumen lernen wir drei typische Bergwerksarten kennen: das Erzbergwerk, das Salzbergwerk und das Kohlenbergwerk. Jedes einzelne zeigt die Entwicklung seiner Einrichtungen in den wichtigsten Stufen vom Anfang bis heute.



Förderschacht mit „eisernem Mann"



Betriebsfähiges Tretrad

ERZBERGBAU

Raum 16: Einführung

Schnittmodelle geben einen Überblick über alte und neuere Arten des Erzbergbaues und erläutern an Gesamtmodellen, was anschließend in naturgetreuen Abformungen in Originalgröße ausgebaut ist.

Raum 17—21: Erzbergwerk zur Zeit Agricolas

Vor Erfindung des Sprengpulvers wurde das Gestein von einem brennenden Holzstoß erhitzt und durch Abspritzen mit Wasser gelockert (Feuersetzen).

Vorbei an einer Kübelförderung gelangt man zu einem Tretrad mit Paternosterpumpe. Durch Gehen in der Trommel des Rades wird eine endlose Kette mit Lederbällen bewegt, wodurch das Wasser im Steigrohr zu Tage gefördert wird.

Anschließend sieht man einen sogenannten „alten Bau", in dem Kupfer- und Eisenvitriol tropfsteinartig auskristalliert sind.

Raum 22 – 28: Neueres Erzbergwerk nach dem Vorbild von Clausthal

Zunächst eine Pumpenanlage mit elektrisch betriebener Kreiselpumpe für die Wasserhaltung.

An der Sprengstoffkammer vorbei gelangt man zur Kahnförderung. Das gewonnene Erz wird mit dem Boot durch einen Wasserstollen von 26 Kilometer Länge, der 400 Meter unter der Erdoberfläche liegt, gefördert. Die Bergleute ziehen den Kahn mit den Händen an einem Seil entlang vorwärts.

Nach einigen Schritten steht man an einer Arbeitsstelle, die einen Erzgang in natürlichem Gestein als Ausfüllung einer Erdspalte zeigt. Der Abbau des silberreichen Bleiglanzes erfolgt hier mit Sprengarbeit. Die Gesteinsbohrmaschine mit Preßluftantrieb stellt Bohrlöcher her, in die dann Sprengpatronen gebracht werden. Auf der gegenüberliegenden Seite ist der „Versatz" dargestellt, d. h. aufgeschichtete wertlose Gesteinsstücke zur Ausfüllung der Hohlräume nach der Sprengarbeit.

Geht man über die Treppe nach oben, so kann man die Arbeiten an zwei weiteren Gewinnungspunkten verfolgen, die stufenförmig übereinander liegen. Oben ist auch das Einsetzen der Sprengladung zu sehen.

Raum 29: Erzaufbereitung

Eine alte Scheidebank zeigt, wie durch Handhämmer das mit dem Gestein vermengte Erz auseinandergeschlagen und in Kübel sortiert wird.

Da die Erze meist schwefelhaltig sind und in diesem Zustande nicht verhüttet werden können, muß in Röstöfen durch Erhitzen der Schwefel beseitigt werden. Ein alter Röstplatz zeigt gemauerte Öfen, in die das schwefelhaltige Erz abwechselnd mit Holz eingeschichtet ist. Beim Entzünden des Holzes wird der Schwefel in Form schwefliger Dämpfe ausgetrieben.

Raum 30: Übersicht über die Aufbereitungsarbeiten

Neben Wandbildern über Aufbereitungsanlagen aus alter und neuer Zeit erläutert eine schematische Tafel die Vorgänge der Erzaufbereitung. Diese bestehen in der Hauptsache im Zerkleinern der Erzstücke durch Brecher, im Trennen nach Korngrößen durch Siebe und nach Erzsorten durch naßmechanische Verfahren.

Raum 31: Vorbereitung der Erzsortierung

Man sieht das Zerkleinern der Erzstücke durch Erzbrecher, Pochwerke und Mühlen, ebenso das Durchsieben und einfache naßmechanische Aufbereitungsverfahren. In der Mitte ein Schrank mit den wichtigsten Roh-Erzen.

Raum 32: Erzsortierung

Bei den naßmechanischen Verfahren, die eine Trennung nach dem spezifischen Gewicht bewirken, ist die Entwicklung von Setzmaschinen, Rund- und Schüttelherden gezeigt.

Bei den elektromagnetischen Verfahren, die eine Trennung der Erze nach ihren magnetischen Eigenschaften besorgen, ist hauptsächlich der in der Mitte betriebene Ringscheider zu nennen.

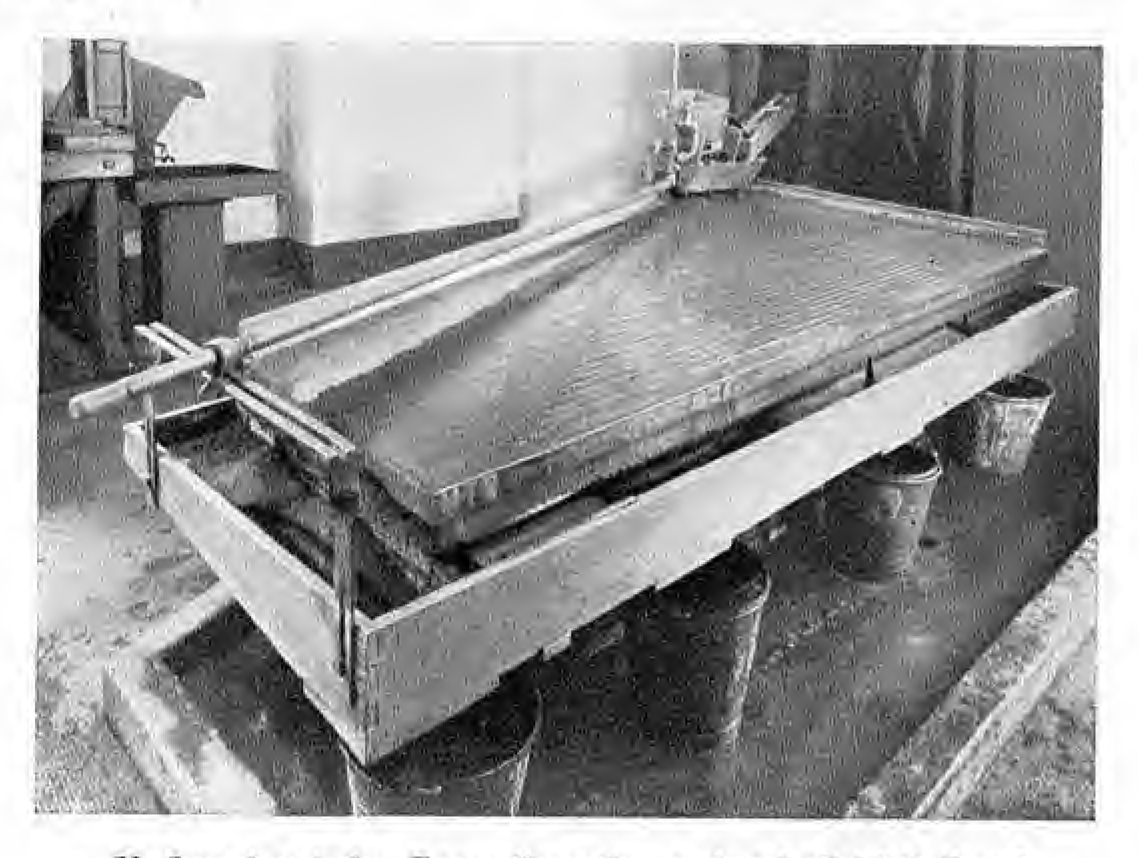
Raum 33: Neuzeitliche naßmechanische Verfahren

Die Einrichtungen dieser Anlage umfassen Kugelmühle, Setzmaschine, Spitzkasten und Schüttelherd.

Der Schüttelherd bewirkt die Trennung der schweren metallischen Bestandteile von den leichten sandigen Teilen. Auf der mit Rillen versehenen und mit Wasser überspritzten Platte, die in rüttelnder Bewegung ist, scheiden sie sich nach ihrem spezifischen Gewicht.

Raum 34: Chemische Erzaufbereitung

Vor dem Raumeingang steht ein Original-Goldquarz-Pochwerk mit Amalgamationstisch. Modelle und Bilder zeigen die Entwicklung vom alten offenen Röstplatz zu den neuen geschlossenen Röstöfen, die eine Verwertung der Röstgase zur Schwefelsäureherstellung ermöglichen.



Naßmechanische Erzaufbereitung durch Schüttelherd



Steinsalzbergwerk Wieliczka

SALZBERGBAU

Raum 35: Einführung

Eine Übersicht faßt die Arten der Salzgewinnung zusammen. Aufgelöstes Salz findet sich im Meerwasser, dessen Salzgehalt etwa 3½ v. H. beträgt, sowie in salzhaltigen Quellen. Hier läßt es sich durch Eindampfen oder Verdunstenlassen des Wassers gewinnen. (Prähistorischer Salzsiedetopf, südfranzösische Seesaline.) Sind salzhaltige Schichten im Gestein vorhanden, wie z. B. in Berchtesgaden (Salzgehalt 60 v. H., vermischt mit Ton und Gips), so wird das Salz mit Wasser herausgelaugt. Schließlich wird Salz auch bei ausgedehntem Vorkommen durch Abbauen mit Hand- und Sprengarbeit gewonnen.

Alle diese Vorgänge sind in den anschließenden Bergwerksdarstellungen in Naturgröße gezeigt.

Raum 36: Quellkammer

Links eine natürliche salzige Quelle und das Beispiel einer Quellfassung.

Rechts das Modell des Brunnenhauses der Saline Reichenhall mit Einblick in das Maschinenhaus. Die beiden oberschlächtigen Wasser-

räder von 13 Meter Durchmesser dienen zum Antrieb der Gestänge-Pumpen, die das Salzwasser (die Sole) zu Tage fördern.

Raum 37–38: Künstliche Solegewinnung

Über die Treppe oder eine Rutsche, wie sie im Salzbergwerk zur rascheren Einfahrt dient, gelangt man zu einem Spritzwerk und einem Sinkwerk.

Im Spritzwerk wird Leitungswasser durch Brausen gegen das salzhaltige Gestein gespritzt, wodurch sich das Salz löst, so daß Salzwasser abfließt. Die nicht löslichen Bestandteile, ton- und lehmhaltige Stücke, fallen als „Laist" zu Boden.

Die andere Methode stellt das gegenüberliegende Sinkwerk dar. Im salzhaltigen Gestein werden unterirdische Höhlen mit Süßwasser gefüllt. Nach Sättigung wird die Sole in Rohren zur Saline geleitet.

Raum 39—40: Steinsalzabbau

Vorüber an einer primitiven Einfahrt mit Seilschlingen erreicht man das alte Stücksalzbergwerk „Wieliczka" aus dem 18. Jahrhundert. Hier gewinnen die Bergleute durch Schrämen und Abkeilen die Salzblöcke ohne Sprengmittel.

Raum 41—42: Kalisalzabbau

Durch einen Querschlag gelangen wir zum neuzeitlichen Stücksalzabbau, dargestellt an einer mitteldeutschen Grube. Hier werden die als Düngemittel besonders wichtigen Kalisalze gewonnen, deren Bedeutung Justus v. Liebig zuerst erkannte. Die neuzeitlichen Einrichtungen zeigen elektrische Bohrmaschinen zur Sprenglochherstellung und eine Schüttelrutsche zur Wegförderung der gewonnenen Blöcke.

Aufwärts über die Treppe:

Raum 43—44: Verarbeitung der Rohsalze und der Sole

Neben einer Sammlung der wichtigsten Rohsalze sieht man Modelle für Steinsalzaufbereitung und Chlorkaliumfabrikation.

Bevor die Sole in der Saline eingedampft wird, läßt man sie in sogenannten „Gradierwerken" über Reisigwände tropfen, wodurch sich der Kalk abscheidet und infolge der Verdunstung eine Konzentration der Sole erzielt wird.

Die wesentliche Einrichtung einer Saline ist durch ein Wandbild gekennzeichnet. Das große Siedegefäß wird durch offenes Feuer oder Dampfschlangen geheizt, das Wasser verdampft und das Salz seitlich mit Holzkrücken herausgeholt, dann getrocknet, gesiebt, verwogen und verpackt.



Arbeit im Kohlenbergwerk

KOHLENBERGBAU

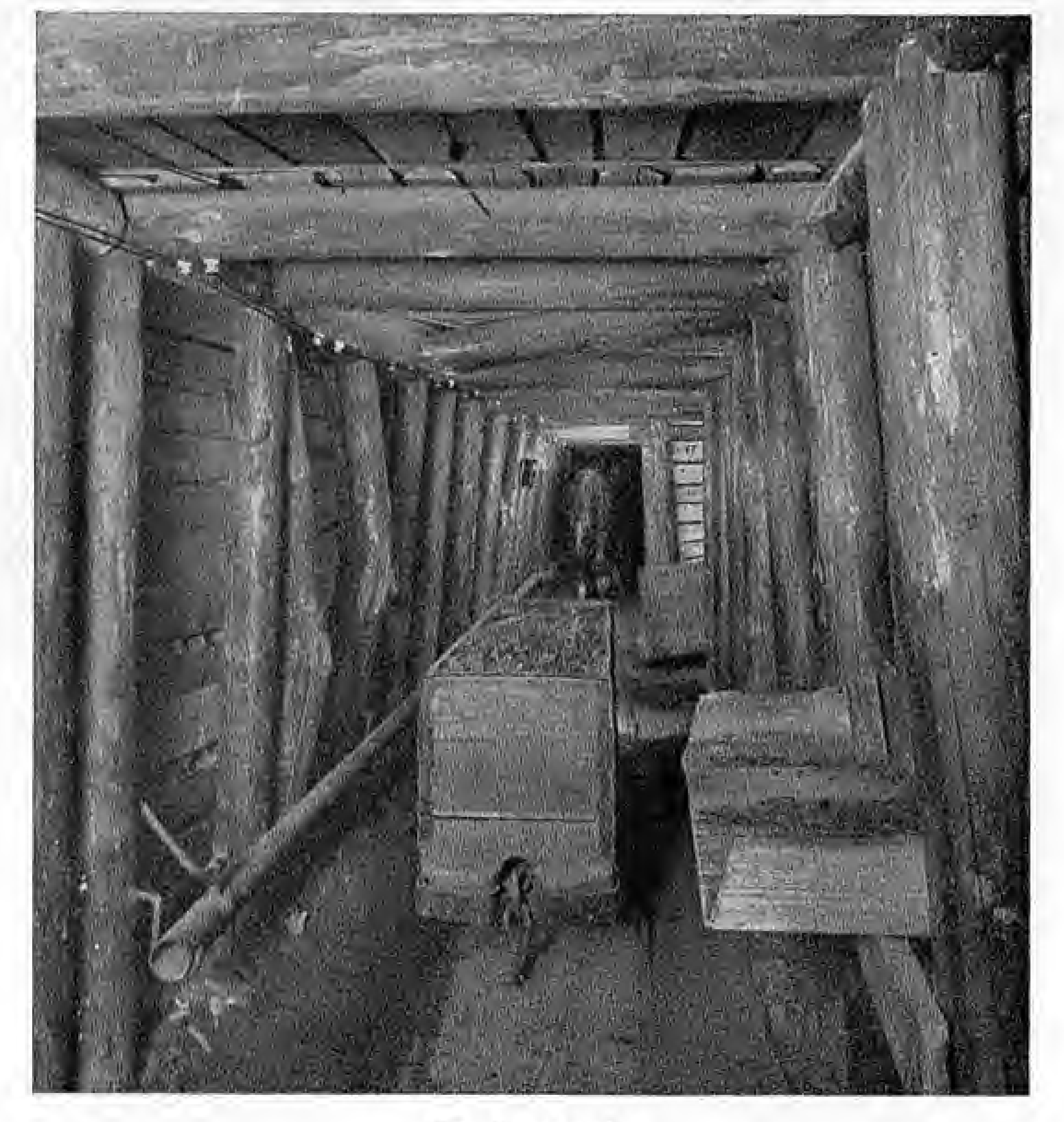
Raum 45: Einführung

Kohle ist entstanden aus Pflanzenschichten, die zwischen anderen Schichten eingebettet, nicht vollkommen verwesen konnten und sich während Millionen von Jahren in Kohlenstoff verwandelt haben. Die geologisch ältere Kohle heißt Steinkohle, während die jüngere als Braunkohle bezeichnet wird.

Raum 46—51: Steinkohlen-Tiefbau

Am Beispiel einer oberbayerischen Grube bei Hausham ist die oft sehr beschwerliche Arbeit des Kohlenbergmannes im Flöz vor Augen geführt. Man sieht das Loslösen der Kohle mit der Keilhaue, das Abstützen des Deckgebirges durch Grubenhölzer und das Ausfüllen der entstandenen Hohlräume durch den Versatz.

Über einen „Bremsberg", dem Verlauf des Flözes folgend, gelangen wir zur Hauptförderstrecke. Die gefüllten Wagen werden mit Hilfe einer Bremshaspel langsam über die schiefe Ebene hinab-



Förderstrecke

gelassen, wobei sie durch ihr Gewicht die leeren Wagen nach oben ziehen.

Die gefüllten Wagen werden unten zu einem Zuge zusammengestellt und durch ein Pferd oder, wie heute meist, durch eine Preßluftlokomotive zum sogenannten Füllort gefahren.

Auf dieser Strecke kommt der Besucher auch an einer Einbruchstelle vorbei, die zeigt, wie die starken Grubenhölzer durch übergroßen Gebirgsdruck geknickt werden können.

Raum 52: Unterirdischer Pferdestall

Für die früher im Bergwerk verwendeten Zugtiere, die meist ständig unter Tag blieben, waren unterirdische Stallungen nötig. Heute sind die Tiere durch Maschinen ersetzt.

Raum 53—54: Braunkohlen-Tiefbau

Beim Braunkohlen-Bruchbau werden unter dem Schutz von besonderen Zimmerungen Hohlräume von 4 Meter Kantenlänge ausgekohlt. Nach Beendigung dieser Arbeit werden die Stützen entfernt, so daß das darüber liegende Deckgebirge herunterbricht. Der eingestürzte Bau wird als „alter Mann“ bezeichnet.

Eine Kettenförderung sorgt für die Wegschaffung der gewonnenen Braunkohle.

Raum 55: Getriebezimmerung

Die in Schwimmsand, d. h. wasserdurchsetztem Gebirge nötigen Arbeiten erfordern besonders ausgeführte Zimmerungen.

Raum 56: Braunkohlen-Tagebau

Ein Diorama führt uns in das mitteldeutsche Braunkohlengebiet aus der Gegend um Halle. Der Abbau geschieht teils durch Handbetrieb mit Stollen (links) und teils durch Maschinenkraft mittels Bagger (rechts).

Aufwärts über die Treppe:

Raum 57—58: Kohlenaufbereitung und -veredlung

Ebenso wie Erz und Salz wird auch die Kohle nach der Gewinnung durch eine Reihe von Einrichtungen weiter verarbeitet. Wir sehen an Modellen und Bildern das Sieben und Waschen der Kohle. Daneben die Herstellung von Briketts, wobei die Kohle zerkleinert, gemahlen, angewärmt und unter hohem Druck, zum Teil mit Zusatz von Teer, in Formen gepreßt wird.

Der Vorgang der Kohlenentgasung ist an verschiedenen Darstellungen vom Kohlenmeiler bis zur modernen Gasfabrik erläutert. Bei dieser wird Steinkohle durch Erhitzen und anschließendes Überspritzen mit Wasser in Koks verwandelt, während Gas, Teer, Ammoniak als weitere nutzbare Stoffe gewonnen werden.

Schließlich sind noch Zusammenstellungen der einzelnen Kohlenarten, ihrer Nebenprodukte (Teer, Benzol, Montanwachs) sowie statistische Angaben über die Ausnutzung der Kohle zu erwähnen.

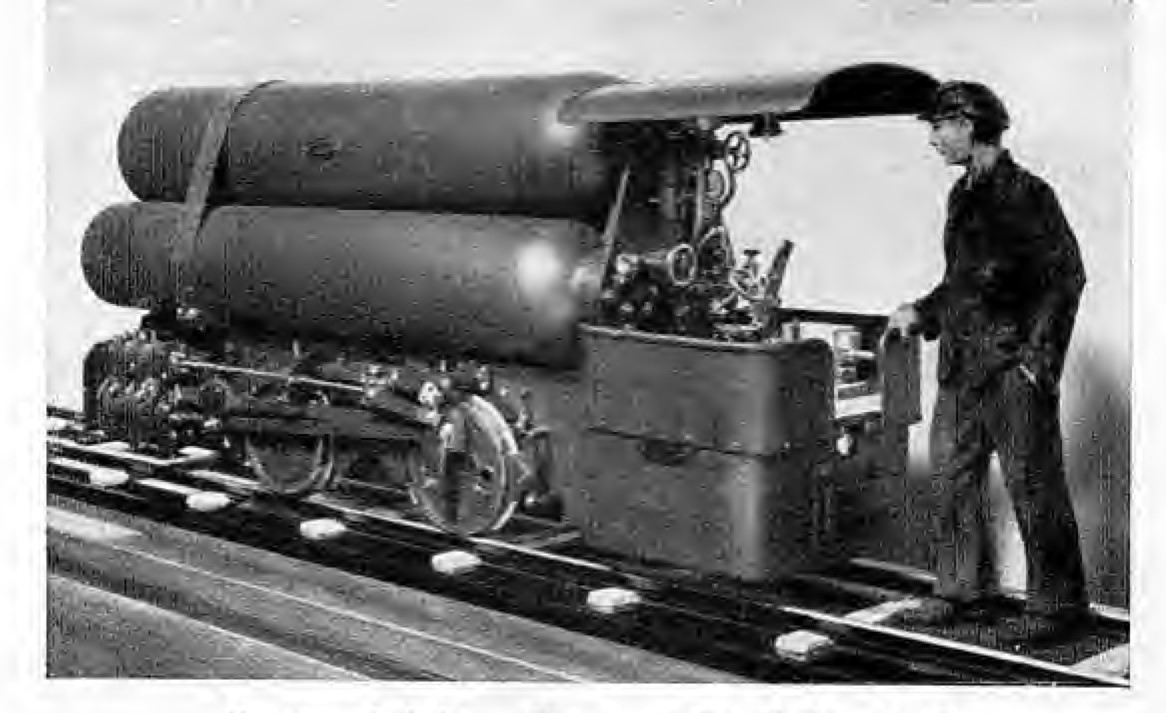
Raum 59: Tagesanlage einer Zeche

Neben Darstellungen von Gesamtanlagen älterer und neuerer Kohlengruben steht hier ein großes Modell der Tagesanlagen der Zeche Zollern II, bei der zum ersten Male ein elektrischer Zentralbetrieb für alle Teile der Anlage über und unter Tage ausgebaut wurde.

Raum 60: Bergmanns-Betstube mit Orgel

Eine alte Zechenstube aus dem Erzgebirge, in der sich die Bergleute zum gemeinsamen Gebet, zum Verlesen und zur Entgegennahme von Weisungen versammelten, enthält unter anderem Darstellungen über die Lebensweise und Kleidung des Bergmanns.





Bergwerkslokomotive mit Preßluftantrieb

BERGWERKS-MASCHINEN

Raum 61: Kompressor-Anlage

Eine der wichtigsten Kraftquellen für den Betrieb von Bergwerksmaschinen ist die Preßluft. Die aufgestellte Anlage liefert nicht nur für die Abteilung Bergwesen, sondern auch für andere Teile des Museums die nötige Preßluft. Die Maschine schaltet sich selbst ein, sobald der Druck im Vorratskessel unter das Normalmaß sinkt.

Raum 62: Gezähe

Die Sammlung der Werkzeuge des Bergmanns, Gezähe genannt, zeigt die Entwicklung von den einfachsten aus Stein und Horn bestehenden bis zu den aus Eisen und Stahl gefertigten.

Raum 63: Grubenvermessung

Eine Gruppe veranschaulicht die wichtige Tätigkeit des Markscheiders, des Bergwerksgeometers, der mit dem Hängekompaß die Richtung und mit dem Gradbogen die Neigung einer Strecke festlegt. Heute stehen dafür Theodolite und Nivellierinstrumente zur Verfügung. Alte und neue Grubenkarten sind zum Vergleich aufgehängt.

Raum 64: Bohr- und Schrämmaschinen

Die Gesteinsbohrmaschine hat den Zweck, Bohrlöcher zu erzeugen, in die der Sprengstoff eingeführt werden kann, während die Schräm-



Grubenlampen mit Ölfüllung

maschine die Aufgabe hat, durch Herstellung eines Langschlitzes die Kohle leichter ablösbar zu machen.

Die Bohrmaschinen können durch drehende oder stoßende Bewegung wirken, wie es sich an korkzieherartigen und meißelähnlichen Geräten in der Entwicklung verfolgen läßt.

Die Schrämvorrichtungen sind durch eine elektrische Ketten-Schrämmaschine und eine mit Preßluft betriebene Stangen-Schrämmaschine, die beide auf Schienen laufen, vertreten.

Raum 65: Sprengstoffe. Förderung auf schiefer Ebene

Eine Übersicht erläutert die verschiedenen Gattungen der im Bergwesen verwendeten Sprengmittel und ein Modell zeigt eine Versuchsstrecke zu ihrer Untersuchung bei Schlagwetter- und Kohlenstaub-Explosionen.

Anschließend folgt das Grubenförderwesen. Die Förderung auf schiefer Ebene ist durch ein betriebsfähiges Übersichtsmodell erklärt. Die Wagen werden durch den Bremsbergaufzug zur Hauptförderstrecke hinabgebracht, von wo aus sie zum Schachtaufzug gelangen. Das Modell zeigt außerdem die Kohlengewinnung in den einzelnen Abschnitten und den eingefüllten Berg-Versatz.

Gegenüber befinden sich ältere und neuere Bremshaspeln mit Hand-, Preßwasser- und Preßluftbetrieb, sowie Schüttelrutschen.



Grubenlampen für Carbid-, Benzin- und elektrischen Betrieb

Raum 66: Grubenförderung auf ebener Strecke

Während im Anfang nur Körbchen und andere Tragvorrichtungen Verwendung finden, benützt man später hölzerne und dann eiserne Wagen, die auf Schienen laufen.

Als Zugmittel dienen zuerst Tiere, dann Grubenlokomotiven mit elektrischem, Benzin- oder dem völlig gefahrlosen Preßluftantrieb. Außerdem sind Seilförderanlagen mit ihren leicht aufstellbaren Säulenhaspeln üblich.

GRUBENSICHERHEIT

Raum 67: Grubenbeleuchtung. Rettungswesen

Beleuchtung: Die älteste Grubenbeleuchtung geschah mit Kienspänen und Öllampen. Um eine Entzündung möglicherweise vorhandener Schlagwetter zu verhüten, baute der englische Physiker Davy 1815 eine Sicherheitslampe, die um die Docht-Tülle ein feinmaschiges Drahtnetz trägt. Dieses kühlt die Flamme der etwa in der Lampe brennenden Schlagwetter soweit ab, daß nach außen keine Zündung erfolgt.

Den vorläufigen Abschluß der Entwicklung bildet die elektrische Grubenlampe, die heute eine Brenndauer von 16 Stunden hat. Um jegliche Funkenbildung beim Auseinandernehmen der Lampe zu vermeiden, kann sie nur an einem sehr starken Elektromagneten, der außerhalb der Gefahrenzone liegt, geöffnet werden.

Das Modell eines Lampenhauses in der Mitte des Raumes zeigt die umfangreichen Einrichtungen zur Ladung und Aufbewahrung elektrischer Grubenlampen während der Ruhezeit zwischen den Schichten.

Rettungswesen: Beim Eindringen von giftigen oder Brandgasen in die Grubenbaue treten die Rettungsgeräte in Tätigkeit. Eine Darstellung zeigt, wie ein Brand im Bergwerk durch rasches Aufrichten einer Ziegelmauer bekämpft wird. Damit die arbeitenden Leute atmen können, hatte man früher, ähnlich wie bei Tauchern, die nötige Atemluft aus Pumpkästen durch Schläuche in die Schutzmasken gepumpt (Schlauchapparate). Wesentlich bequemer sind die auf dem Rücken getragenen Sauerstoff-Apparate, mit denen die Rettungsmannschaften unbehindert überall hingelangen können. Hier sind die weltberühmten Draeger-Geräte zu nennen. Eine Sauerstoff-Flasche ermöglicht für einige Stunden das Atmen und eine Kalipatrone beseitigt die ausgeatmete Kohlensäure.

Im Mittelschrank liegen Wiederbelebungsapparate, die dazu dienen, die Atmungstätigkeit Verunglückter künstlich wieder anzuregen.

Raum 68: Wetterführung

Die Wetterführung hat die wichtige Aufgabe, verdorbene Luft und schädliche Gase aus der Grube zu entfernen und frische Luft zuzuführen. Ursprünglich kannte man nur die Stollen- und Schachtentlüftung durch natürlichen Luftzug. Die mechanischen Hilfsmittel für künstlichen Zug sind zuerst Blasebälge, dann Ventilatoren. Ein sogenannter Wetterstammbaum gibt Aufschluß über die Menge und den Weg der frischen und verbrauchten Luft in einer Grube. Man sieht daraus, daß auf einen Bergmann durchschnittlich 3 Kubikmeter frischer Luft in der Minute treffen.

Raum 69: Wasserhaltung

Der letzte Raum des Bergwerkes enthält eine Übersicht über die Pumpen. Sie schützen die Grubenbaue, die sich mit Regen- und Grundwasser füllen, vor dem Ersaufen.

Zuerst waren Pumpen in Anwendung, die von Hand, mit Pferden oder Wasserkraft betätigt wurden. Darauf folgten Dampfpumpen und die neuzeitlichen elektrischen Kreiselpumpen, die dauernd einen kräftigen gleichmäßigen Wasserstrahl fördern.

Aufwärts über die Treppe zum Hüttenwesen.



Eisengewinnung bei den Negern

HÜTTENWESEN

Raum 70: Einführung

Nur sehr selten werden Metalle in reinem Zustande aufgefunden, häufig dagegen als Erze in Verbindungen mit anderen Stoffen wie Sauerstoff, Schwefel, Kohlensäure, Phosphor, Kieselsäure usw.

Es ist Aufgabe der Hüttenkunde, die Metalle aus ihren Verbindungen zu lösen, vielfach auch sie untereinander zu trennen.

Das gesamte Gebiet gliedert sich in Metallhüttenwesen, das die Nichteisen-Metalle umfaßt, und in Eisenhüttenwesen.

Raum 71: Metallgewinnung

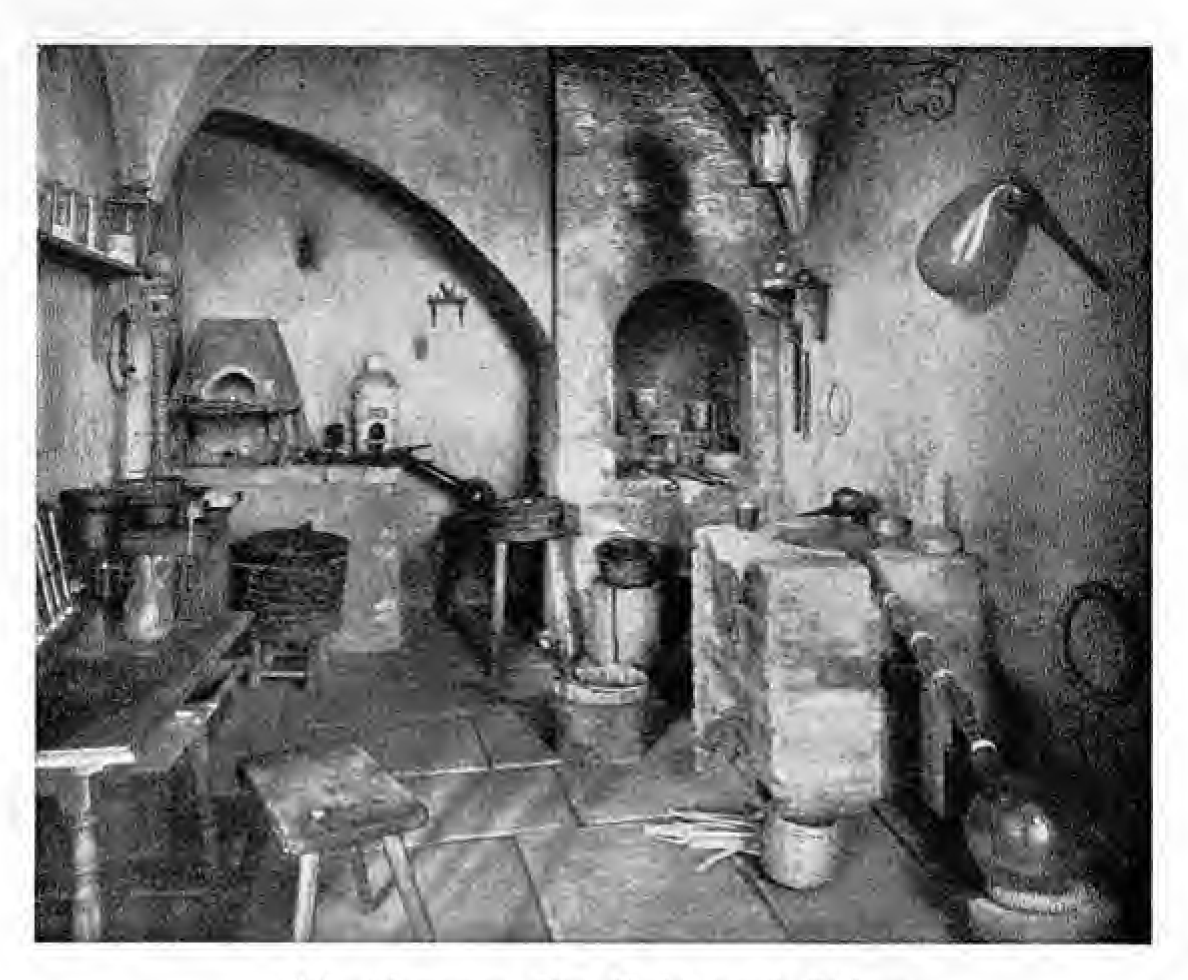
Die wichtigsten Verfahren der Metallgewinnung sind der „trockene" und der „nasse" Weg, die wir in typischen Darstellungen aus der Zeit Agricolas kennenlernen.

Im ersten Seitenraum: Gewinnung von Roh- oder Werkblei als Beispiel für die Metallgewinnung auf trockenem Wege. In einem Schachtofen wird Bleierz mit Holzkohle erhitzt, wodurch der

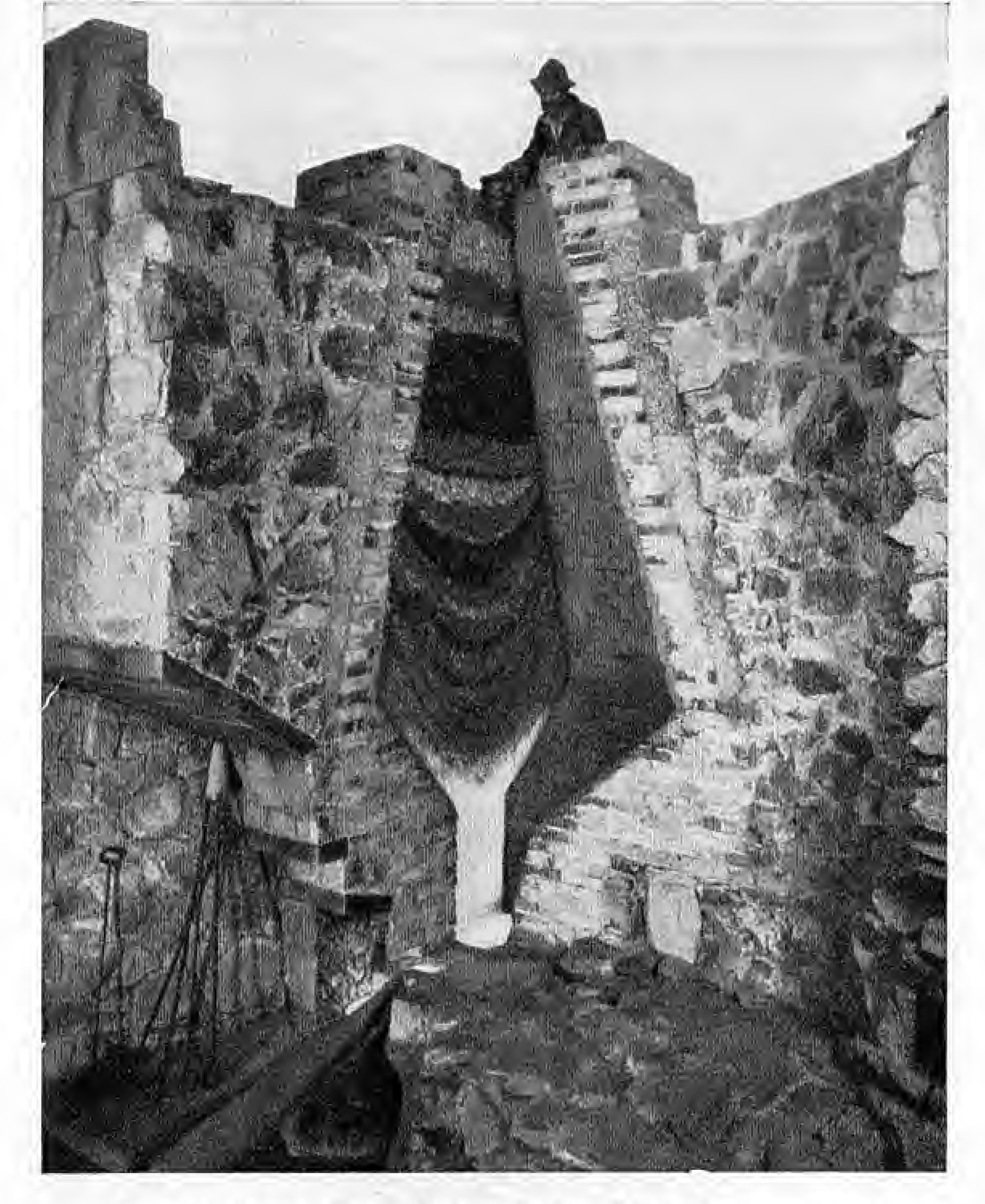
Sauerstoff des Erzes entfernt wird. In den beiden Mulden sammelt sich Blei und Schlacke. Dieses „reduzierende Schmelzen" bildet die Grundlage der Prozesse in allen Rohschmelzöfen.

Im zweiten Raum: Entsilberung des gewonnenen Werkbleies auf trockenem Wege. Das Blei wird auf dem Treibherd unter Luftüberschuß geschmolzen, wobei es als Bleiglätte aus dem Ofen fließt. Das Silber oxydiert nicht und bleibt als glänzendes Blicksilber in der Mitte des Herdes zurück. Dieses Schmelzen mit Luftüberschuß (das „oxydierende Schmelzen") bildet die Grundlage für sämtliche Raffinierprozesse.

Im dritten Seitenraum: Trennung von Gold und Silber mit Hilfe von kochender Salpetersäure als Beispiel für die Metallgewinnung auf nassem Wege. Die Salpetersäure, die früher Scheidewasser hieß, löst das Silber zu Höllenstein, während das Gold unangegriffen bleibt. Aus dem Höllenstein wird späterhin durch Borax und Soda wieder Feinsilber hergestellt.



Scheideraum für Gold und Silber



Schnitt durch einen Siegerländer Hochofen von 1810

Zur Metallgewinnung durch Destillation eignen sich nur Quecksilber und Zink, die sich bei höherer Temperatur aus ihren Verbindungen verflüchtigen und durch Abkühlung zu Metallen verdichten lassen.

Große Bedeutung für die Gewinnung von Feinkupfer und Edelmetallen hat heute die elektrolytische Scheidung. Als Beispiele sind im Original aufgestellt die erste Kupfer-Elektrolysierzelle aus dem Jahre 1876, sowie eine neuzeitliche Gold- und Silberscheidezelle.

In den Schränken: Statistische Angaben über die Metallgewinnung und -verarbeitung verschiedener Länder. Zwei große Wandgemälde geben Aufschluß über die Anlagen eines neuzeitlichen Kupfer- und Bleihüttenbetriebes.

Ein Wassermantelofen und ein Kupferkonverter in der Mitte des Raumes zeigen die wirkliche Größe derartiger Hütteneinrichtungen.

Raum 72: Eisengewinnung

Als einfachste Anlage steht hier das Original eines Rennfeuers aus dem 16. Jahrhundert. In einem niedrigen Schachtofen wird Eisenerz durch Holzkohlenfeuer unter Einfluß eines Gebläse-Luftstromes zu einem schlackenartigen Eisenklumpen, der „Luppe", ausgeschmolzen, die durch Hämmern zu Schweißeisen verarbeitet wird. Diese älteste Art der Eisenerzeugung findet man heute noch, wie ein Modell zeigt, bei den Negern.

Aus solchen niedrigen Schachtöfen haben sich die Hochöfen entwickelt, in denen vor allem höhere Temperaturen erzielt werden. Bauart und Wirkungsweise eines Hochofens aus dem Jahre 1810 ist aus einer geschnittenen Nachbildung ersichtlich. Die Beschickung besteht aus Holzkohle, Erz und Zuschlägen. Ein Wasserradgebläse dient der Erzeugung eines kräftigen Luftstromes zur Unterhaltung des Feuers. Das flüssige Eisen (Roheisen) sammelt sich im unteren Teil des Ofens und wird von Zeit zu Zeit durch eine Öffnung, die mit einem Lehmpfropfen verschlossen ist, abgelassen.

Ein Modell zeigt einen neuzeitlichen Hochofen, der eine Höhe von 25—30 Meter hat. Er besteht aus feuerfesten Steinen, die mit einem wassergekühlten Stahlmantel umgeben sind. Die vorgewärmte Verbrennungsluft wird in turmartigen Winderhitzern erzeugt und durch Gebläse mittels Düsen in den Hochofen geleitet.

In Ländern mit großen Wasserkräften und billiger Stromerzeugung, wie z. B. in Schweden, werden auch elektrisch betriebene Hochöfen zur Roheisenherstellung verwendet.

Raum 73: Roh-und Edelstahlgewinnung

Die älteste Art Roheisen in Stahl zu verwandeln ist das Herdfrischen. Roheisen wird mit Holzkohle unter Zuführung von Luft niedergeschmolzen, wobei ein Teil des Kohlenstoffes verbrennt und kohlenstoffarmes Eisen (Stahl) entsteht.

Im 18. Jahrhundert erfand der Engländer Cort den Puddelofen, bei dem statt der teuren Holzkohle Steinkohle verwendet wird. Dabei macht man das Eisen durch Hineinrühren von Luft, durch „Puddeln", kohlenstoffarm.



Bessemerbirne im Schnitt

Ein bedeutender Fortschritt in der Stahlerzeugung war die Erfindung des Konverters durch Bessemer um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Der Konverter ist eine mit Quarzsandsteinen ausgekleidete Birne, in die das flüssige Roheisen, wie es aus dem Hochofen kommt, geschüttet wird. Durch den mit Löchern versehenen Boden wird Luft in das Eisenbad gepreßt. Dadurch wird dem Eisen ein Teil des Kohlenstoffes entzogen: es entsteht Stahl. Nach Beendigung des Prozesses, der unter lautem Getöse und lebhafter Feuererscheinung vor sicht geht, wird die Birne gekippt, der Stahl in Pfannen geleert und zu Blöcken gegossen.

Das Bessemerverfahren eignet sich jedoch nur zur Stahlerzeugung aus phosphorarmen Erzen. Um 1880 wurde durch Thomas der Konverter mit einer basischen Auskleidung versehen, so daß es möglich wurde, auch phosphorreiche Erze, wie sie hauptsächlich in Deutschland vorkommen, zur Stahlerzeugung zu verwenden. Durch diese beiden Verfahren hat die Stahlerzeugung einen ungeahnten Aufschwung genommen. Während man beim Frischfeuer zur Erzeugung von 10 Tonnen Stahl drei Wochen benötigte, konnte man die gleiche Menge im Puddelofen in drei Tagen und mit dem Konverter in einer halben Stunde erzeugen.

Um einen fortlaufenden Stahlwerksbetrieb zu ermöglichen, wird das aus den Hochöfen kommende Eisen in Roheisenmischern gesammelt, worin sich außerdem der Schwefel, der den Stahl brüchig machen würde, als Schlacke ausscheidet.

Eine andere Art der Stahlerzeugung ist das Siemens-Martin-Verfahren, das an einem ausführlichen Modell dargestellt wird. Eisen- und Stahlabfälle, Schrott genannt, werden in Flamm-Öfen, in sog. Siemens-Martin-Öfen, unter Zusatz von Roheisen oder Erzen in Stahl verwandelt. Ermöglicht wurde diese Stahlerzeugung, die eine Temperatur von 1700 Grad erfordert, durch die Siemens'sche Regenerativgas-Feuerung, bei der die Verbrennungsluft und die Verbrennungsgase in besonderen Wärmespeichern vorgewärmt werden.

Der letzte Abschnitt umfaßt die Stahlveredlung.

Kohlenstoffarme Stahlschienen werden in Holzkohlenpulver eingebettet und in gemauerten Kisten auf 1000 Grad erhitzt. Der entstandene Blasenstahl wird zu Garben gebündelt und durch nachfolgendes Zusammenschweißen in Gärb- oder Raffinierstahl verwandelt.

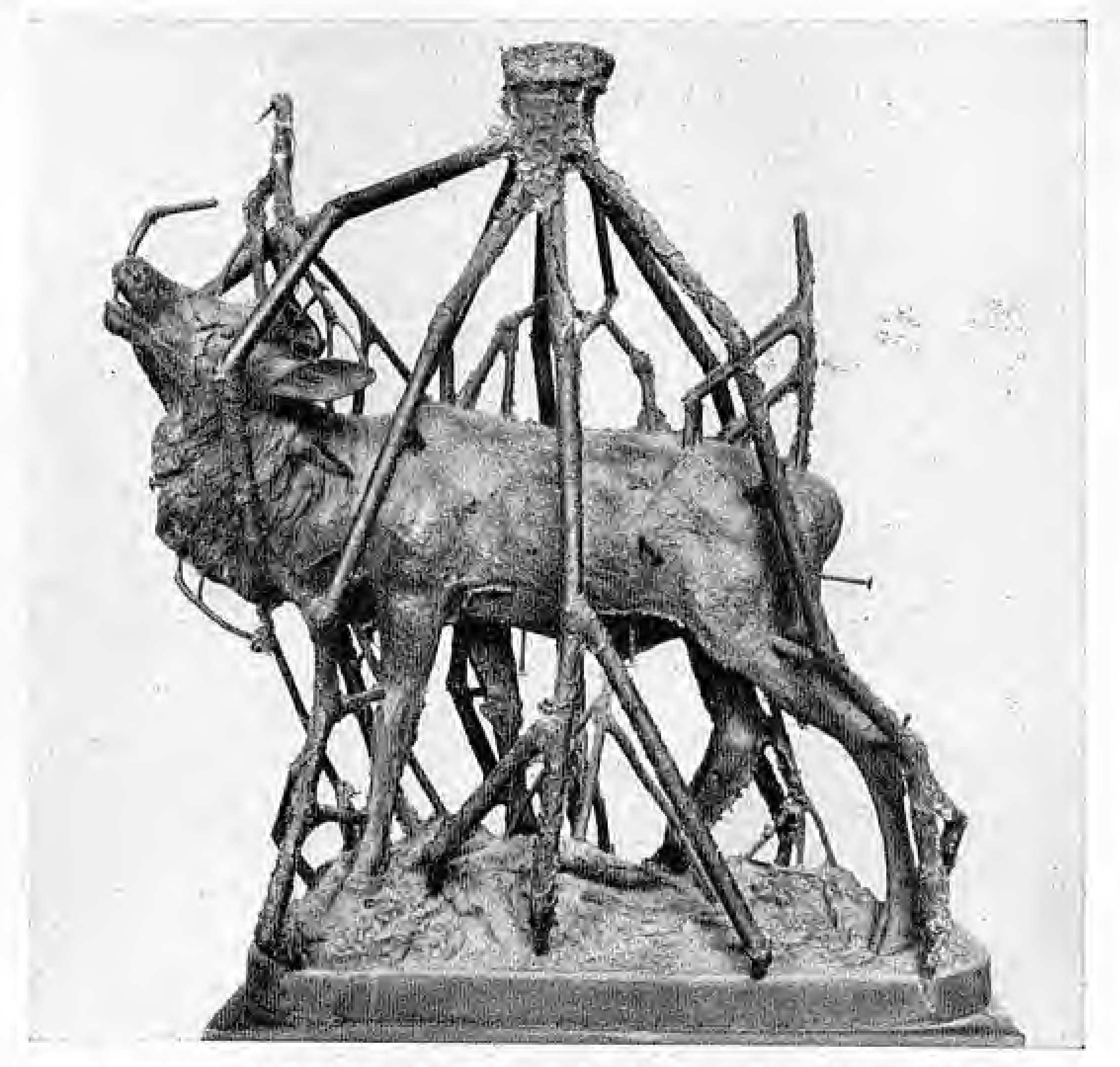
Um 1740 machte der englische Uhrmacher Huntsman den Stahl durch Umschmelzen in Tiegeln gleichförmiger. Dieses Verfahren hat Friedrich Krupp und später sein Sohn Alfred weiter ausgebaut und damit Weltruhm in der Herstellung hochwertiger Stähle erlangt. Zur Erzeugung verschiedener Sonderstähle fügt man dem

Einsatz im Tiegel Elemente wie Nickel, Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadin usw. zu.

Heute geschieht die Herstellung von Edelstählen in elektrischen Schmelzöfen, die durch verschiedene Modelle näher erläutert sind.



Modell eines Elektrostahlwerkes. Teilansicht



Bronze-Rohguß nach dem Wachsausschmelzverfahren

METALLBEARBEITUNG

Raum 74: Gießerei

Die Arbeit zerfällt in das Formen, das Schmelzen und das Gießen.

Schon in frühester Zeit gossen die Menschen ihre Waffen und Werkzeuge aus Bronze in Steinformen.

Seit dem Mittelalter verwendete man für den Kunstguß das Wachsausschmelz-Verfahren, wobei ein mit Wachs übergossener Lehmkern modelliert und eingeformt wird. Hierauf schmilzt man das Wachs heraus und gießt den entstandenen Hohlraum zwischen Kern und Form mit Metall aus.

Beim Teilformverfahren werden Sand- oder Lehmformen in einzelnen Teilen hergestellt und zusammengefügt. Die Sandformen werden für kleinere Güsse, die Lehmformen für große verwendet. Als Beispiel für letztere ist der Guß des Erzstandbildes der Bavaria durch Ferdinand v. Miller 1850 zu nennen. Ein Bild und ein



Blick in eine Gießereihalle

Schnittmodell geben Einblick in die damalige Königliche Erzgießerei zur Zeit des Gusses der Bavaria.

Aus der Handformerei entwickelte sich die Maschinenformerei, die bei Massenfabrikation von Gußteilen angewendet wird. In bebetriebsfähigen Originalen sind die Form-Maschinen zusammengestellt.

Zum Schmelzen der Metalle dienen Tiegel-, Flamm- und Schacht- oder Kupolöfen.

Ein großes perspektivisches Wandbild vergegenwärtigt die Bedeutung und die Ausmaße einer neuzeitlichen Eisengießerei. Die im Vordergrund aufgestellten Originaleinrichtungen eines solchen Werkes zeigen u. a. Modellkörper aus Holz, Formkästen mit Zubehör, eine Zahnrad-Formmaschine, den Kupolofen, eine fahrbare Gießpfanne und viele Hilfseinrichtungen, die in Betrieb vorgeführt werden.

Die Herstellung von Schleuderguß, von Stahl- und Temperguß, sowie Hart- und Spritzguß ist durch Modelle veranschaulicht.

Raum 75: Schmiedetechnik

Eine Schwarzwälder Sensenschmiede aus dem Jahre 1803 zeigt sowohl das Schmieden durch Handarbeit als auch mittels Aufwerfhammers, der von einem Wasserrad angetrieben wird. Auf der rechten Seite erläutert eine Reihe von Schmiedeproben den Werdegang eines Sensenblattes durch wiederholtes Glühen und Ausschmieden.

Raum 76: Schlösser

Das umfangreiche Gebiet des Schlosserhandwerks ist zunächst durch die wichtigsten Entwicklungsstufen der Schlösser vom uralten Holzschloß über das mittelalterliche Kunstschloß bis zum neuzeitlichen Sicherheitsschloß mit seinen komplizierten Zuhaltungen, Buchstaben-Einstellungen und Uhrwerken veranschaulicht.

Im Treppenhaus sind neben weiteren Beispielen von Schlössern und Schlüsseln allerlei Kunstschmiedearbeiten zur Schau gestellt.

Auch der für die Metallbearbeitung sehr wichtigen Technik des Schweißens ist hier gedacht.

Raum 77: Hämmer und Pressen

Mit dem Steinhammer ohne Stiel beginnend, wie ihn der Urmensch benutzte, führt die Entwicklung über die größeren Wasserhämmer zum berühmten 1000 Zentner schweren Dampfhammer „Fritz" von Krupp, dessen Arbeitsweise an einem betriebsfähigen Modell studiert werden kann.



Schwarzwälder Sensenschmiede



Aus der Entwicklung des Schlüssels

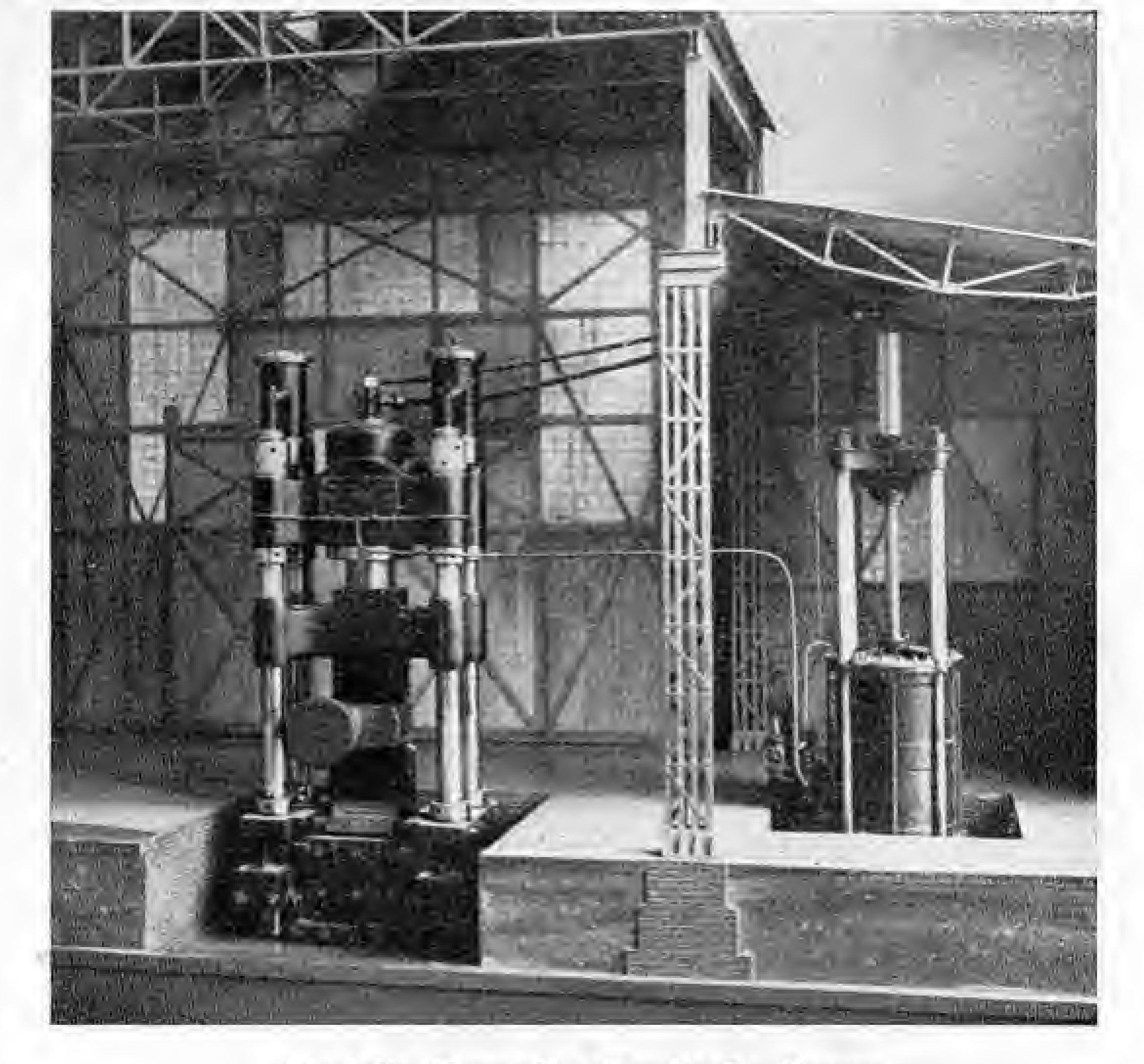
Im Anfang des 19. Jahrhunderts ist mit dem Hammer die Schmiedepresse in Wettbewerb getreten. Hervorgehoben sei das Modell einer dampfhydraulischen Presse mit 3 000 000 Kilogramm Preßdruck. Ein vor dem Saalfenster im Garten aufgestelltes Probestück läßt die durch einen Schlag des Dampfhammers Fritz und die mit der hydraulischen Presse erzielte Formveränderung vergleichen.

Von hier Zugang zum Garten.

Raum 78: Walzen

Die Formgebung der Metalle geschieht beim Walzen auf dem Wege des Streckens in fortlaufender Arbeitsweise. So werden Platten, Bleche, Stäbe, Eisenbahnschienen, Träger, Röhren, Ketten usw. hergestellt.

Von den verschiedenen Ausführungen der Walzwerke ist besonders ein Triowalzwerk zu erwähnen. Hierbei wird das Metall abwechselnd zwischen Ober- und Mittelwalze und zwischen Mittel- und Unterwalze geleitet. Dadurch kann bei gleichbleibender Drehrichtung nach beiden Richtungen gewalzt werden.



Modell: Dampfhydraulische Presse

Ein Modell zeigt die Wirkungsweise eines älteren Schienenwalzwerkes mit drei Triowalzgerüsten und Rollgängen, während zwei Wandgemälde die Arbeit eines neuzeitlichen Schienen- und eines Röhrenwalzwerkes veranschaulichen.

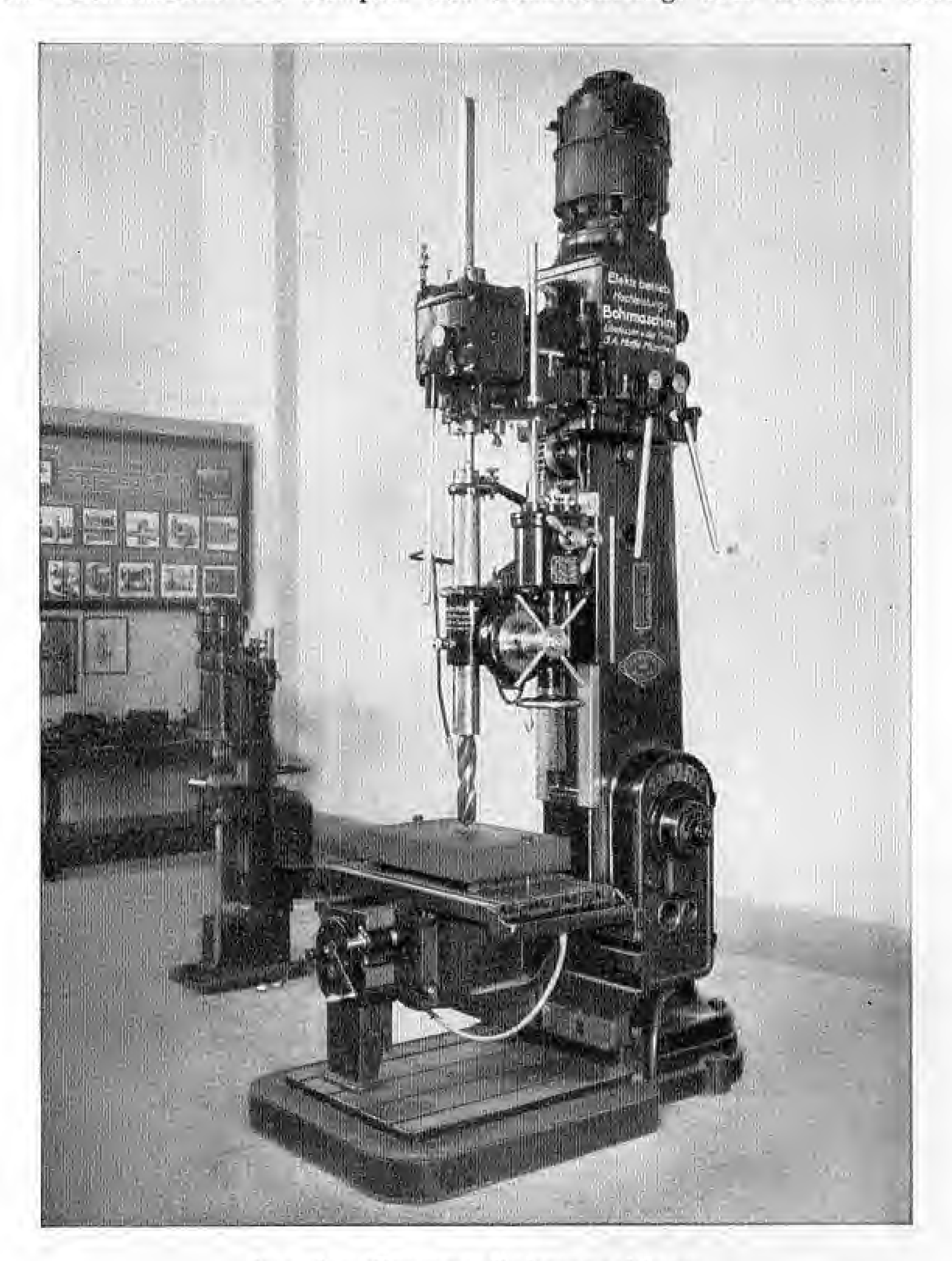
Daneben findet man Sonderverfahren, wie das Krupp'sche Walzen nahtloser Kränze für Eisenbahnräder, Borsigs Herstellung nahtloser Ketten sowie das Walzen nahtloser Rohre durch das Mannesmann-Verfahren.

Raum 79: Schneiden, Sägen, Bohren

Es folgt nun die Fertig-Bearbeitung der durch Gießen und Schmieden, Pressen und Walzen vorgeformten Werkstücke. Diese Bearbeitung geschieht durch Schneiden, Sägen, Bohren, Drehen, Hobeln, Fräsen und Schleifen.

In der Gruppe „Schneiden und Sägen" sieht man Metallscheren und Stanzen, das Schneiden von Metallen durch die Sauerstoff-Flamme (autogenes Schneideverfahren), ferner Hand-, Bogen- und Kreissägen.

Die Gruppe „Bohren" zeigt die bereits bei den Ägyptern verwendete Meißelbohrung, daneben den melanesischen Muschelbohrer aus Bambusrohr als Beispiel der Kernbohrung. Der neueren Zeit



Aus der Gruppe Bohrmaschinen

entstammt das Krupp'sche Bohrverfahren für Kanonenrohre aus dem Vollen. Einige fahrbare und mehrspindelige Bohrmaschinen ergänzen die Sammlung.

Raum 80: Drehen

Während beim Bohren das Werkstück feststeht und das Werkzeug bewegt wird, ist es beim Drehen umgekehrt. Durch ihre vielseitige Verwendbarkeit ist die Drehbank die verbreitetste Werkzeugmaschine geworden. An älteren Drehbänken sind aufgestellt: eine primitive Holzdrehbank, wobei das Werkstück durch einen Fiedelbogen hin- und herbewegt wird, hölzerne Drehbänke mit Fußtritt und Schwungrad, darunter eine Patronendrehbank, die Georg von Reichenbach bei Herstellung seiner optischen Instrumente benutzte. Von eisernen Drehbänken sieht man Leitspindel-, Plan- und Karussell-Drehbänke, sowie neuere selbsttätige Revolverdrehbänke, die z. B. ein zweiteiliges mit Gewinde versehenes Messingfäßchen in Bruchteilen einer Minute herstellen.

Raum 81: Feilen, Stoßen, Hobeln, Fräsen, Schleifen

Die ältesten Werkzeuge zur Bearbeitung ebener Flächen von Hand sind Feile und Meißel. Diese Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen, gelang Reichenbach durch die Feilmaschine, die das Vorbild der heutigen Shaping-, Stoß- und Schnellhobelmaschinen ist. Neuerdings ist mit der Hobelmaschine die Fräsmaschine in Wettbewerb getreten. Der Fräser ist ein kreisendes Werkzeug mit vielen Zähnen, ähnlich einer Kreissäge, und gestattet daher eine größere Arbeitsgeschwindigkeit.

Zur Herstellung besonders glatter und genauer Flächen und zur Bearbeitung von harten Werkstoffen verwendet man die Schleifmaschine, bei der eine rasch kreisende Schleifscheibe aus Schmirgel oder Korund an Stelle des Werkzeugstahles tritt.

Raum 82: Metallprüfung

Das Gebiet umfaßt einerseits die Steigerung der Arbeitsgenauigkeit durch ständig verbesserte Meßverfahren, andererseits die eigentliche Werkstoffprüfung.

Ein Schrank enthält eine reichhaltige Sammlung verschiedener alter und neuer Meßwerkzeuge, mit denen bis zu $^1/_{10\,000}$ Millimeter gemessen werden kann.

Die Werkstoffprüfung ist durch physikalische und metallographische Verfahren veranschaulicht. Man sieht u. a. Originalprüfmaschinen von August Wöhler und Johann Ludwig Werder, einen Pendelhammer für Kerbschlagproben, eine Zerreißmaschine sowie den Härteprüfer nach dem Kugeldruckverfahren von Brinell. Dazu kommen

typische Untersuchungsproben, Versuchslegierungen, Biegeproben von Eisenbahnmaterial und eine Sammlung von Kruppschen Panzerplatten, die zur Prüfung ihrer Widerstandsfähigkeit beschossen wurden.

Ergänzt werden solche Prüfungen durch die Metallographie, wobei Mikroskop, photographische Kamera und Röntgenstrahlen Einblick in das innere Gefüge der Metalle ermöglichen.

Raum 83: Ehrenraum der Metallbearbeitung

Als Abschluß dieser Gruppe ist ein Ehrenraum für hervorragende Erzeugnisse der Gießkunst, Schmiedetechnik und Metalltreibkunst eingefügt. Man sieht alte Herdgußplatten von Wasseralfingen, die Hand der von Ferdinand von Miller 1850 gegossenen Bavaria, die erste Gußstahlglocke von Jakob Mayer 1854. Schaukästen enthalten Gold-, Silber- und Zinn-Gußstücke. Die Schmiedetechnik ist durch kunstvolle Gitter, Schlösser, Beschläge, Waffen usw. dargestellt, während die Metalltreibkunst durch verschiedene Helme, eine gotische Ritterrüstung und anderes veranschaulicht wird.

Schließlich ist auch noch die Galvanoplastik vertreten durch die ersten historisch bemerkenswerten galvanischen Arbeiten Ferdinand von Millers, sowie durch Abformungen hervorragender antiker Gold- und Silberarbeiten mit Hilfe des elektrischen Stromes.



Meistersaal der Metallbearbeitung



Holländische Windmühle im Garten des Museums

Zugang von Raum 77: Metallbearbeitung
oder von Raum 108: Kraftfahrwesen

KRAFTMASCHINEN

Ein großes Einführungsbild von Fritz Gärtner an der Stirnwand der Halle zeigt uns die Sonne als Urquell der Kräfte.

Wir sehen, wie die Pflanzenwelt Sonnenlicht aufspeichert und sie als Nahrung für Mensch und Tier darbietet. Durch die Muskelkraftmaschinen wird sie dann in nutzbare Arbeit verwandelt.

Die verschiedene Erwärmung der Luft verursacht Strömungen, deren lebendige Kraft die Windmühlen in Bewegung setzt.

Weiter verdunstet die Sonnenwärme das Wasser der Erdoberfläche. Es entstehen Niederschläge, die als Bäche, Flüsse und Seen die Wasserkraftmaschinen treiben.

Endlich wird uns die Sonnenkraft früherer Jahrmillionen in Form von Kohle und Öl übermittelt, die wir zum Betrieb von Dampfmaschinen und Motoren verwenden.

Raum 84: Muskel- und Windkraftmaschinen

Die ältesten Hilfsmittel zur Arbeitsleistung sind die Muskel-Kraftmaschinen, in denen sowohl menschliche als auch tierische Kraft ausgenützt wird. Hierher gehören Hebel, Kurbeln, Treträder, Göpelwerke usw. Jahrtausende hindurch waren dies die einzigen Hilfsmittel zur Verrichtung von Arbeit.

Die erste Naturkraft, die der Mensch in seine Dienste stellte, war die Kraft des Windes, die er in Segelschiffen schon seit frühester Zeit ausgenutzt hat. Im 11. Jahrhundert wird die Windkraft zum Betreiben von Mühlen zuerst in Deutschland verwendet. Man sieht betriebsfähige Modelle von deutschen und holländischen Windmühlen, von Windrädern aus dem 17. Jahrhundert mit senkrechter Achse und von eisernen Windmotoren. Erwähnt sei, daß im Museumsgarten eine vollständig eingerichtete holländische Windmühle steht. Sie stammt aus Zingst an der Ostsee und wurde im 18. Jahrhundert erbaut.

Raum 85: Wasserkraftmaschinen

Weit wichtiger als die Ausnutzung der Windkraft ist die der Wasserkraft. Bereits zur Zeit des römischen Kaisers Augustus gab es in Rom Wassermühlen, die sich in ihrer Bauart bis auf unsere Zeit erhalten haben. Das Modell der Schloßmühle in Meersburg am Bodensee und das einer Schweizer Sägemühle zeigen die einfachen Wasserräder, die nur kleine Gefälle und Wassermengen ausnutzen.

Wesentlich leistungsfähiger sind die Turbinen, mit denen man große Gefälle und Wassermengen nutzbar machen kann, wie es



Rumänische Mühle mit Löffelrad

aus den Modellen der Etschwerke und des Ontario-Werkes am Niagara ersichtlich ist. Ein Gemälde erläutert das Walchenseewerk zur Kraftausnutzung der 200 Meter hohen Gefällstufe zwischen Walchen- und Kochelsee.

Neben den Gesamtanlagen beschäftigen uns die einzelnen Wasserkraftmaschinen, deren Entwicklung im Untergeschoß behandelt ist.

Die erste Gruppe bilden die Wassersäulenmaschinen und Wassermotoren, die durch den Wasserdruck bewegt werden. Die bedeutendste Wassersäulenmaschine baute der bayerische Salinenrat Georg von Reichenbach zum Heben der Salzsole. Seine Originalmaschine, die 87 Jahre lang ohne Ausbesserung und Wartung gearbeitet hat, steht an der Treppe zum Untergeschoß.

Abwärts über die Treppe:

Raum 86: Entwicklung der Wasserkraftmaschinen

Als Beispiele von Wasserrädern sind Schiffsmühlen, Stoßwasserräder für Hammerschmieden und ein ganz aus Eisen gebautes Originalwasserrad von Zuppinger zu nennen.

Die Gruppe der Turbinen umfaßt als Vorläufer Löffelräder, die man schon im 15. Jahrhundert kannte und die heute noch, z. B. in Rumänien, zum Antrieb von Mühlen verwendet werden. Aus den



Schnittdarstellung einer Freistrahlturbine

Löffelrädern hat sich das Peltonrad entwickelt, das als Freistrahlturbine zur Ausnutzung hoher Gefälle große Bedeutung besitzt. Die grundlegende Form für unsere heutigen Turbinen schuf der französische Ingenieur Fourneyron, dessen Originalturbine hier aufgestellt ist.

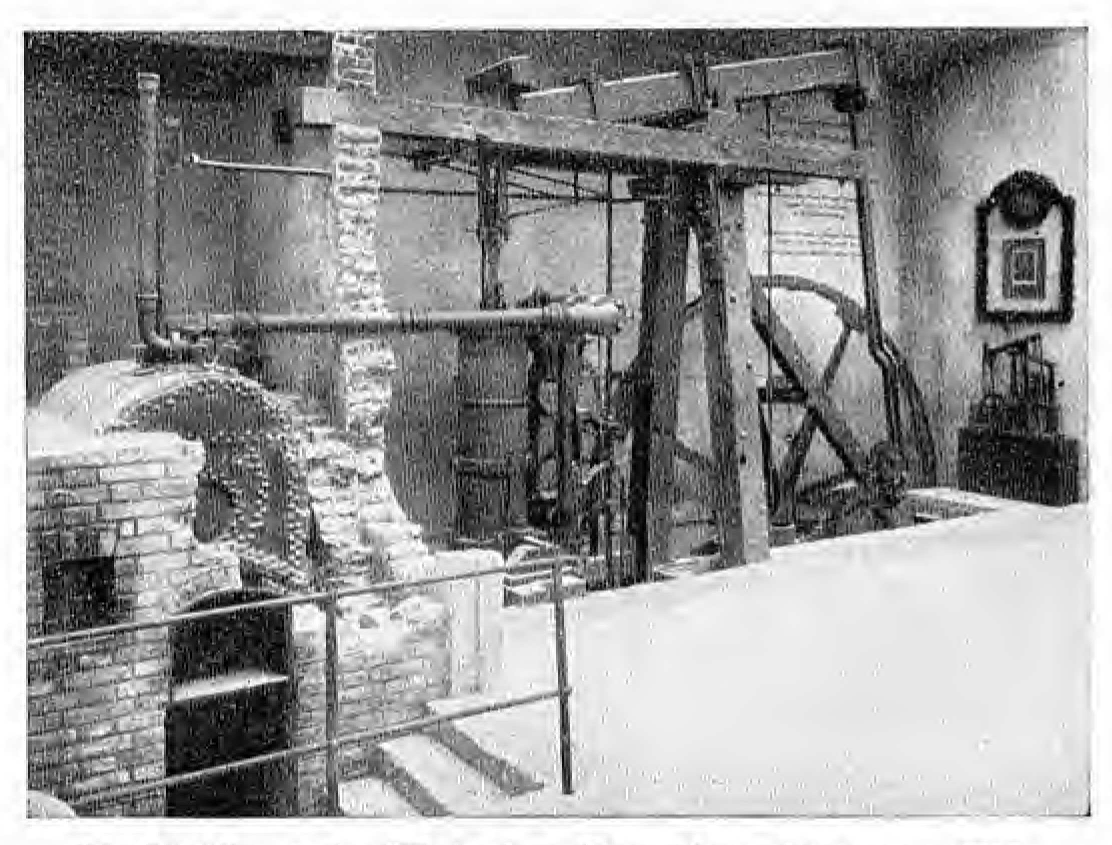
Zur Ausnutzung großer Wassermengen dienen die Francisturbinen, deren erste in Deutschland gebaute man hier sieht, sowie die Kaplanturbinen mit ihren verstellbar angeordneten Schaufeln. Ein geschnittenes Original-Kaplan-Laufrad und ein betriebsfähiges Modell zeigen Bauart und Arbeitsweise.

Aufwärts über die Treppe:

Raum 87: Balancier-Dampfmaschinen

Die ersten Watt'schen Dampfmaschinen wurden als Pumpmaschinen für Bergwerke ausgeführt. Die älteste in Deutschland vorhandene derartige Maschine, die in der Saalmitte steht, stammt aus dem Jahre 1813 und leistete 20 Pferdestärken. Der schwere Eichenbalken (Balancier) übertrug die Bewegungen des Kolbens auf das Pumpgestänge.

Die Arbeitsweise der ersten Wattmaschinen mit Drehbewegung, wie sie für Fabrikbetriebe verwendet wurde, kann an der naturgetreuen Nachbildung des in London aufbewahrten Originals studiert werden.



Nachbildung der Wattschen Dampfmaschine von 1788



Älteste deutsche Dampfmaschine für Wasserhaltung

Im Gegensatz zu den älteren Maschinen, deren Gestell aus Mauerwerk und deren Balancier aus Holz bestand, ist bei den späteren Maschinen als Baustoff Eisen verwendet. Eine derartige Balancier-Maschine ist die erste Betriebsmaschine der Firma Krupp in Essen, 1835 in „gotischem" Stil gebaut.

Auch zum Antrieb von Schiffen verwendete man anfangs Balancier- und Halbbalancier-Dampfmaschinen.

Raum 88: Weiterentwicklung der Dampfmaschinen

Die bisher genannten Maschinen waren für viele Zwecke zu groß. Um 1850 entstanden als kleinere Formen die Tisch- und Bockmaschinen.

Eine besondere Bauart stellen die Dampfmaschinen mit schwingendem Zylinder dar, unter denen die von dem Mecklenburger Arzt Dr. Alban stammende Maschine hervorzuheben ist, 1840 im Stile eines dorischen Tempels gebaut. Neben der Maschine steht ein Alban'scher Wasserrohrkessel, der lange Zeit für den Dampfkesselbau vorbildlich war.



Dampfmaschine und Wasserrohrkessel von Alban

Raum 89: Steuerungen. Mehrfach-Expansion

Eine größere Anzahl von Modellen und Maschinen stellt die Entwicklung der Steuerungen dar, die dazu dienen, die Arbeit des Dampfes im Zylinder zu regeln. Man verwendet hierzu Schieber, Hähne und Ventile.

Um die Einführung der Ventildampfmaschinen hat sich besonders die Firma Sulzer in Winterthur verdient gemacht, deren erste Ventildampfmaschine von 1865 aufgestellt ist. Die Leistung betrug 160 Pferdestärken.

Als man dazu überging, Maschinen mit großen Dampfdrucken und Leistungen zu verwenden, zeigte es sich als vorteilhaft, den Dampf nacheinander in mehreren Zylindern arbeiten zu lassen. Es entstanden die Mehrfach-Expansions-Dampfmaschinen, wie z. B. die hier aufgestellte erste Torpedobootmaschine von Schichau mit einer Leistung von 1000 Pferdestärken.

Neben der Steigerung der Dampfspannung hat auch die Verwendung von Heißdampf eine bessere Ausnutzung des Brennstoffes bewirkt.

Raum 90: Lokomobilen. Dampfturbinen

Die Lokomobile stellt eine Sonderart der Dampfmaschine dar, bei der Kessel und Maschine eng verbunden sind. Unter anderem ist die erste deutsche Lokomobile von Wolf in Magdeburg sowie das Modell einer Lokomobil-Zentrale aufgestellt.

Eine sehr große Rolle spielen heute die Dampfturbinen, bei denen Schaufelräder durch strömenden Dampf in rasche Umdrehung versetzt werden.

Die ersten Dampfturbinen konstruierten der Schwede De Laval und der Engländer Parsons. Ihre Turbinen sind im Original zu sehen. Bei der daneben stehenden Zoelly-Turbine, die große Verbreitung erlangte, arbeitet der Dampf nacheinander in zehn Laufrädern. Es gibt heute Dampfturbinen, die eine Leistung von 200 000 Pferdestärken entwickeln und damit die machtvollsten Kraftmaschinen sind.

Aus einem Vergleichsmodell ersieht man, daß eine Dampfturbine von 1000 Pferdestärken viel weniger Platz beansprucht als eine Kolben-Dampfmaschine der gleichen Leistung. Daraus ergibt sich auch die besondere Eignung der Dampfturbinen zum Antrieb für Schiffe.

Abwärts über die Treppe:

Raum 91: Dampfkessel

Man sieht zunächst die verschiedenen Kesselfeuerungen, wie Planrost-, Stufen- und Wanderrostfeuerung, die mechanische Rostbeschickung durch Wurfschaufeln, die Gas- und Ölfeuerungen sowie die Kohlenstaubfeuerung.

Unter den einzelnen Kesselarten ist der erste Steinmüllerkessel für 3 Atmosphären und der erste Schmidt'sche Hochdruckdampfkessel für 60 Atmosphären Dampfdruck bemerkenswert. Kesselspeisepumpen, Speisewasserreiniger und -vorwärmer sind wichtige Hilfseinrichtungen der Dampfkesselanlagen.

Aufwärts über die Treppe:

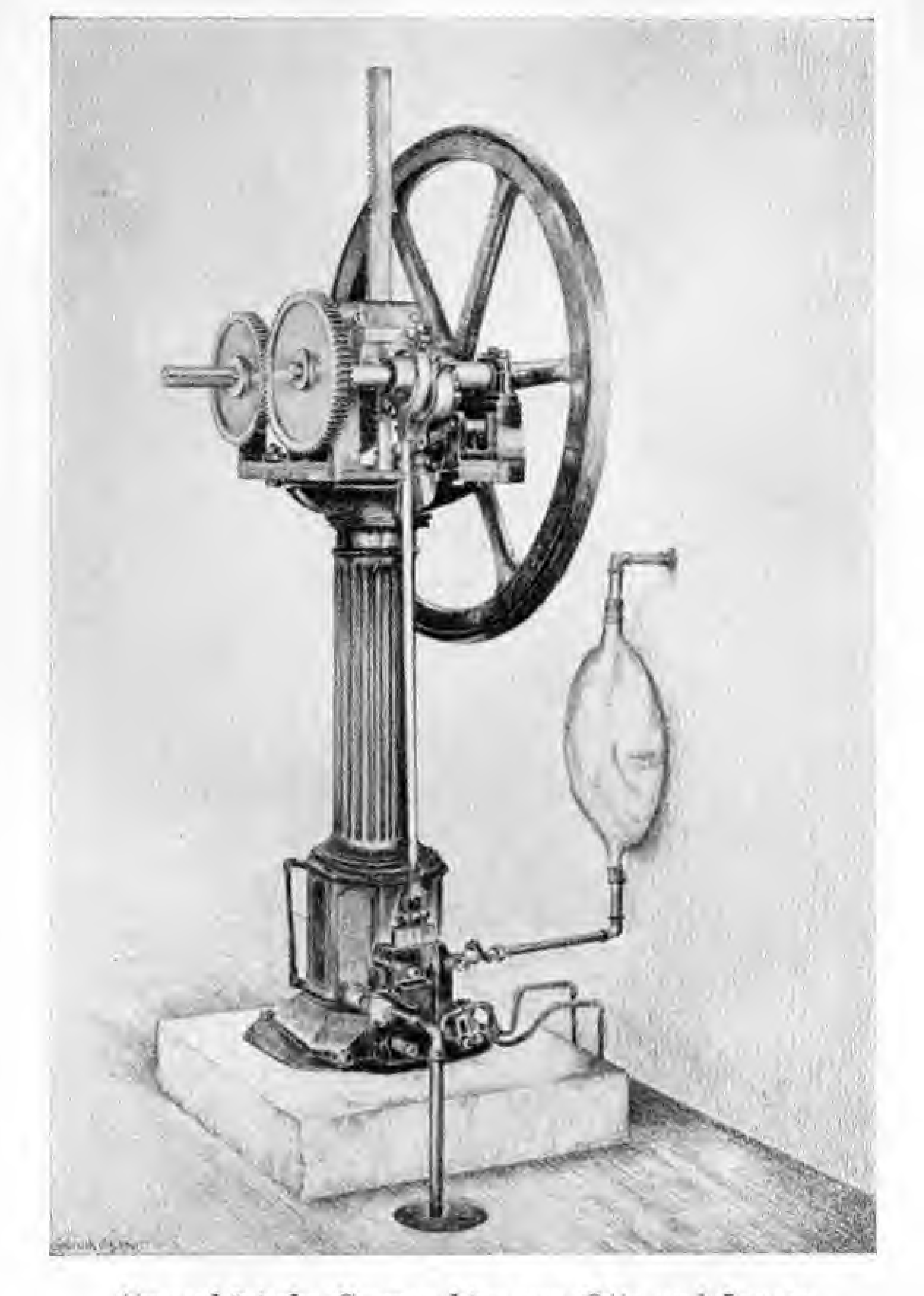
Raum 92: Heißluft-, Gas- und Ölmotoren

Die Heißluftmotoren benützen die Ausdehnung und Zusammenziehung von Luft durch deren Erwärmung und Abkühlung in einem Zylinder.

Infolge ihrer geringen Leistung wurden die Heißluftmaschinen bald verdrängt durch die Gasmaschinen, bei denen die Kraft verpuffender Gase zur Arbeitsleistung verwendet wird.

Die erste mit Leuchtgas betriebene Maschine stammt von dem Franzosen Lenoir. Die Deutschen Otto und Langen haben vorbildliche Bauarten ersonnen, wodurch der Gasmotor zu einer bedeutenden Kraftmaschine wurde.

Statt Leuchtgas werden auch die beim Schmelzen des Roheisens entstehenden Hochofengase zum Treiben großer Gasmotoren benutzt, wie das Modell einer Gichtgasmaschine von Oechelhäuser zeigt.



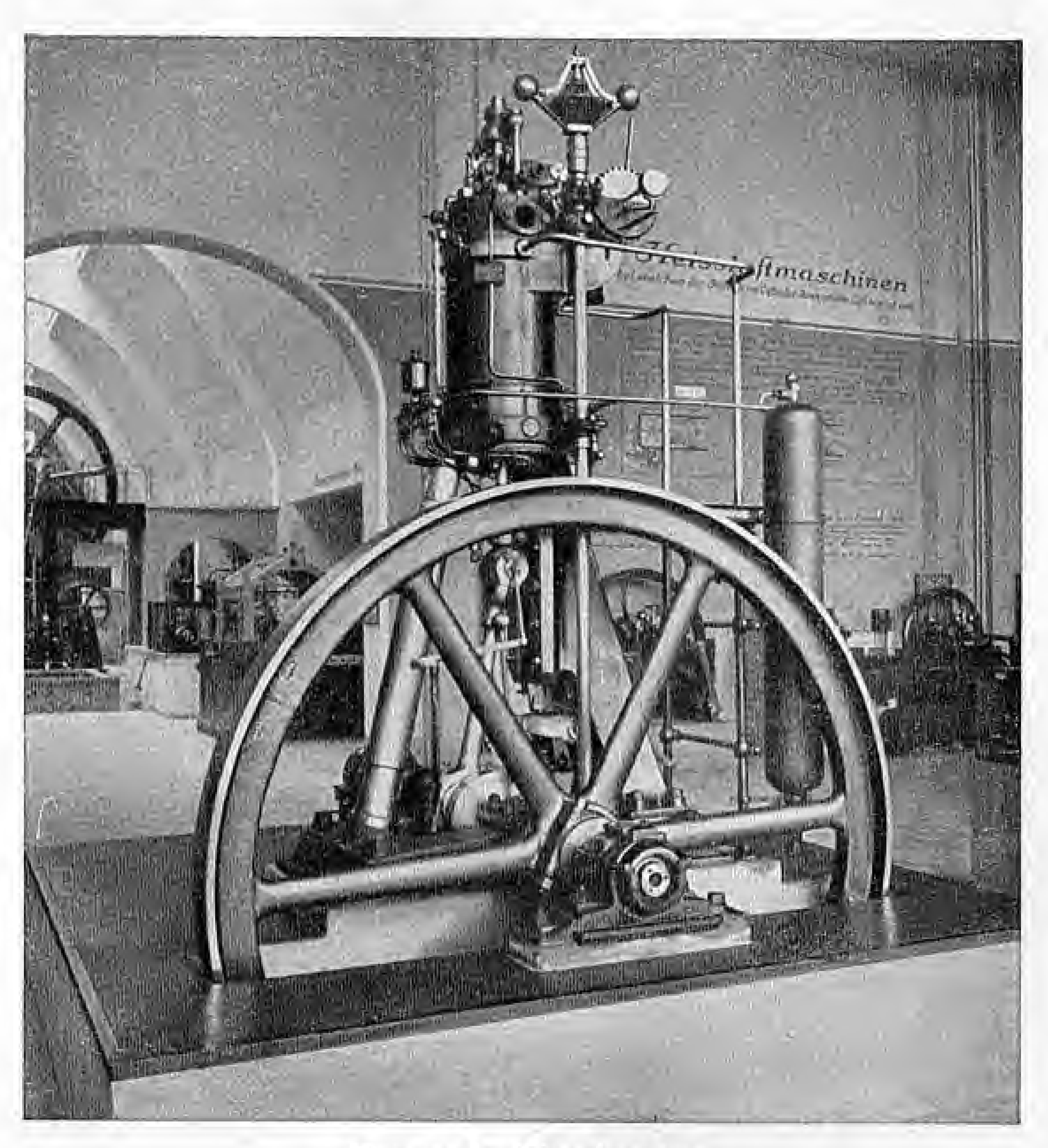
Atmosphärische Gasmaschine von Otto und Langen

Durch Verwendung flüssiger Brennstoffe, wie Petroleum, Benzin, Rohöl usw., machte man die Motoren unabhängig von einer Gasanstalt und zur Verwendung in Fahrzeugen geeignet.

Hier ist vor allem der erste Benzinmotor von Daimler (1883), der durch seine hohe Umlaufzahl die Grundlage für den heutigen Automobilmotor bildet und der erste Dieselmotor (1897) zu nennen.

Bei den Dieselmotoren, die wegen ihrer hohen Wirtschaftlichkeit große Bedeutung haben, wird im Zylinder die Luft auf 30—40 Atmosphären verdichtet und dann der Brennstoff in diese zusammengepreßte heiße Luft eingespritzt, wobei er unter Arbeitsleistung vollständig verbrennt. Infolge der großen Hitze im Zylinder kann man auch geringwertige Brennstoffe, wie Gas- und Teeröle zum Betrieb von Dieselmotoren vorteilhaft verwenden.

Den Abschluß der Abteilung bildet die Weiterentwicklung des Dieselmotors, der heute nicht nur als ortsfeste Kraftmaschine, sondern auch als Antrieb von Kraftwagen, Bahnen, Schiffen und in der Flugtechnik eine führende Rolle spielt.



Der erste Dieselmotor

ERDGESCHOSS WEST

Landverkehr . . . . Raum 93—115

Schlitten und Wagen
Fahrräder
Eisenbahnen
Tunnelbau
Straßenbau
Kraftfahrwesen
Brücken- und Wasserbau
Hafenanlagen

Schiffbau . . . . Raum 116—140

Ruder- und Segelschiffe
Dampf- und Motorschiffe
Unterseeboote
Schiffs-Einrichtungen
Versuchsanlagen

Flugtechnik . . . . Raum 141—153

Samen- und Tierflug
Ballone und Luftschiffe
Drachen und Flugzeuge
Versuchsanlagen



Laufrad von Drais 1817

LANDVERKEHR

Raum 93: Geh- und Tragmittel. Schlitten und Wagen

Einleitend sehen wir die Hilfsmittel zur Erleichterung und Beschleunigung des Gehens, wie Sandalen, Stelzen, Schneeschuhe, Schlittschuhe, Rollschuhe usw. Dabei fallen die ältesten Schlittschuhe auf, gefertigt aus Knochenstücken, die an den Sohlen befestigt wurden.

Dann folgen Tragvorrichtungen, wie Tragstangen, Sänften und Tragmatten, bei denen der Mensch selbst die Arbeit des Tragens übernimmt, während er für größere Lasten und weite Strecken die Kraft der Tiere sich zunutze macht.

Bei den Schleif-Vorrichtungen finden wir Schlitten mit Kufen aus Knochen, ferner Schlick-Schlitten der Friesen, Renntierschlitten der Lappen und Samojeden und verschiedene Bauernschlitten.

Den breitesten Raum nimmt die Entwicklung der Wagen ein. Ursprünglich mit Vollrädern versehen, die aus abgeschnittenen

Scheiben von Baumstämmen bestanden, werden die Fahrzeuge mit ein, zwei und vier Rädern schrittweise verbessert. Die Aufhängung des Wagenkastens an Riemen oder die Lagerung auf Federn machte die Fahrt erträglicher.

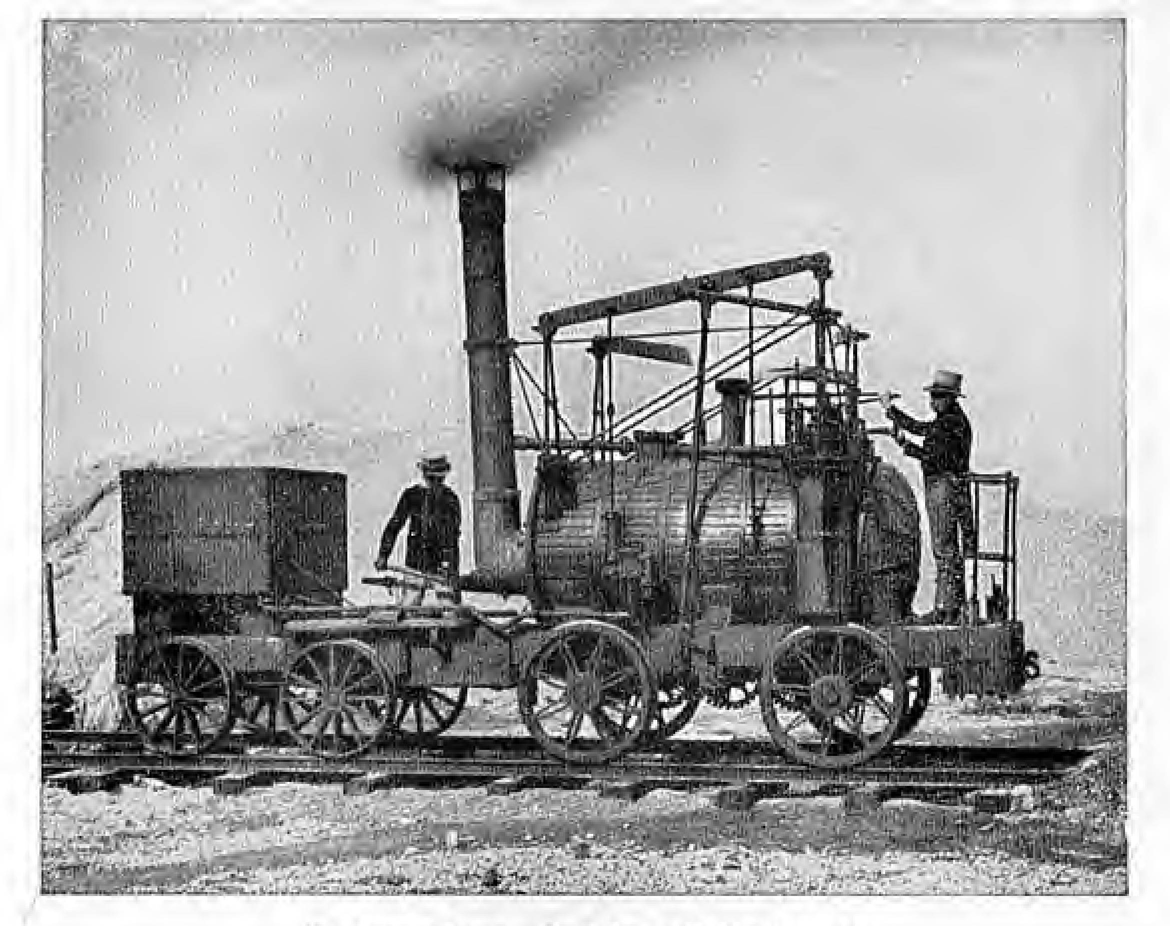
Neben einer Reisekutsche aus der Biedermeierzeit, einem fünfspännigen Alpenpostwagen und einer zweiräderigen Londoner Straßendroschke finden wir in der Mitte des Saales den Original-Prunkwagen König Ludwigs II. Im Winter konnte der Wagenkasten auf das danebenstehende Schlittengestell gesetzt werden.

Raum 94: Fahrräder und mechanische Wagen

Das als Laufmaschine bezeichnete erste Fahrrad des Freiherrn von Drais aus dem Jahre 1817 besaß noch keine Pedale. Durch abwechselndes Abstoßen mit den Füßen bewegte sich der Fahrer vorwärts. Erst später erhielten die Räder Tretkurbeln. Da man anfangs keine Übersetzung kannte, wurde der Raddurchmesser schrittweise vergrößert, um mit einer Kurbeldrehung möglichst große Strecken zu bewältigen. So entstand das Hochrad. Mit Einführung der Übersetzung kamen um 1887 die Niederräder in Gebrauch, deren Form noch heute im wesentlichen erhalten ist.



Fünfspänniger Schweizer Alpenpostwagen



Lokomotive „Puffing Billy" 1813

EISENBAHNEN

Raum 95—96: Anfänge der Eisenbahn

Das Kennzeichen der Eisenbahn ist, wie der Name sagt, die eiserne Bahn, der Betrieb auf Schienen.

Wir sehen zunächst die älteste Personen-Eisenbahn auf dem europäischen Festland als Pferdebahn der Strecke Linz—Budweis. Während auf gewöhnlicher Straße zum Ziehen eines Wagens meist mehrere Pferde nötig sind, können bei Verwendung von Schienen infolge der geringeren Reibung mehrere Wagen durch ein einziges Pferd befördert werden.

Die eigentliche Bedeutung der Eisenbahn beginnt aber erst mit der allgemeinen Einführung der Dampfbahn. Die erste brauchbare Lokomotive war die „Puffing-Billy", die zur Beförderung von Kohlenzügen in England benutzt wurde und fast 50 Jahre hindurch in Betrieb war. Die Arbeitsweise dieser Maschine läßt sich an der aufgestellten Nachbildung genau im Betrieb verfolgen.

An die Eröffnung der ersten deutschen Dampfbahn, der Ludwigsbahn, die 1835 zwischen Nürnberg und Fürth erbaut wurde, erinnert ein großes Wandgemälde über dem Saaleingang.

Schließlich ist noch die Lokomotive „Beuth" von Borsig als eine der ersten in Deutschland gebauten erfolgreichen Lokomotiven zu nennen.

Raum 97: Entwicklung der Lokomotiven

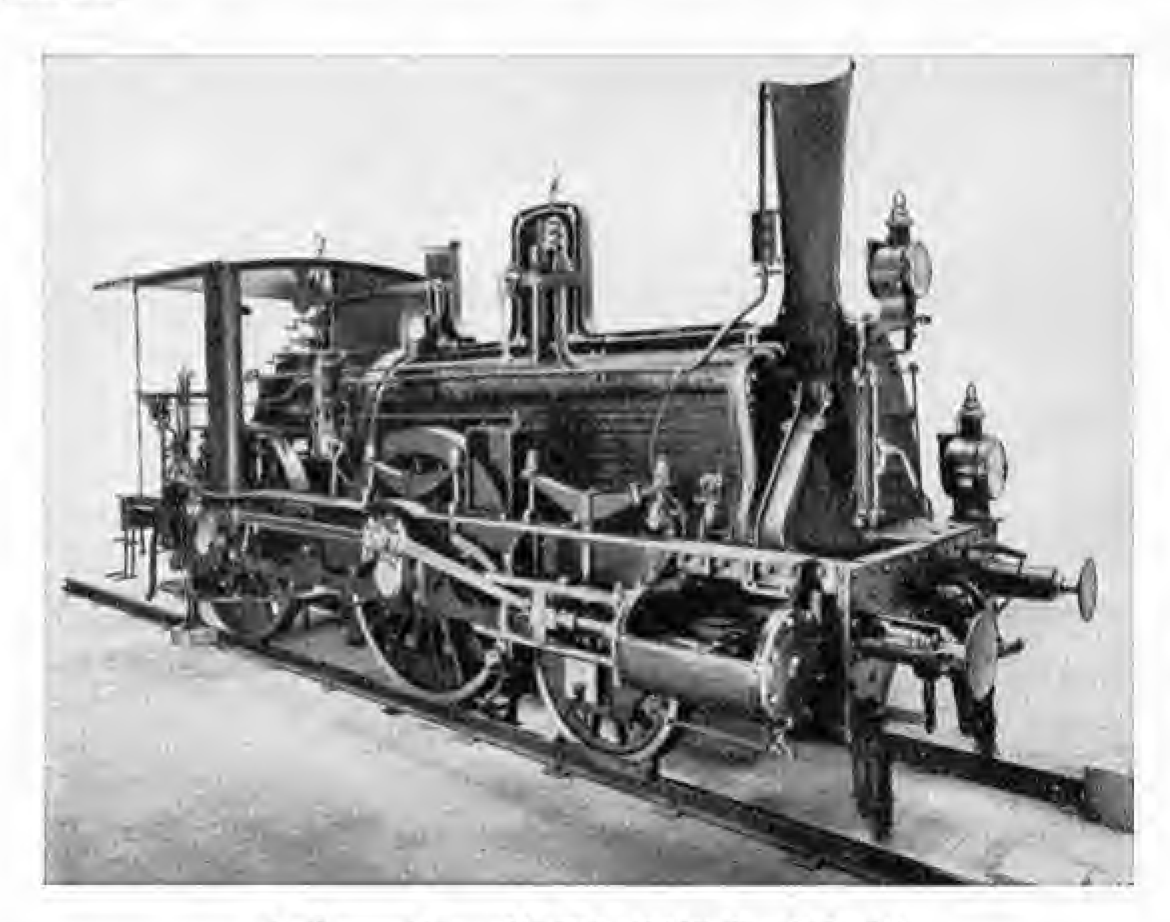
Die sehr sorgfältig ausgearbeiteten Modelle in den Schränken zeigen die stufenweise Verbesserung der Lokomotiven von der Einzylindermaschine bis zu den neuesten Heißdampf-Schnellzugslokomotiven, Turbinen- und Diesel-Lokomotiven.

Eine betriebsfähige, geschnittene Original-Schnellzugslokomotive von Maffei erläutert Einrichtungen und Arbeitsweise einer Dampflokomotive, wobei der Weg des Dampfes durch die angebrachten Pfeile ersichtlich ist.

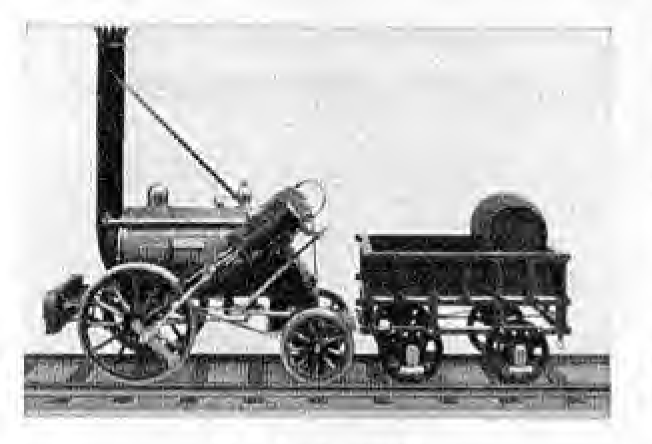
Raum 98: Entwicklung der Eisenbahnwagen. Bremsen

In Modellen und Bildern sehen wir die Entwicklung des Güterwagens vom roh gezimmerten Karren bis zum Spezialwagen aus Stahl und ebenso die des Personenwagens vom offenen Kastenwagen bis zu den heutigen Durchgangswagen, Schlaf- und Speisewagen.

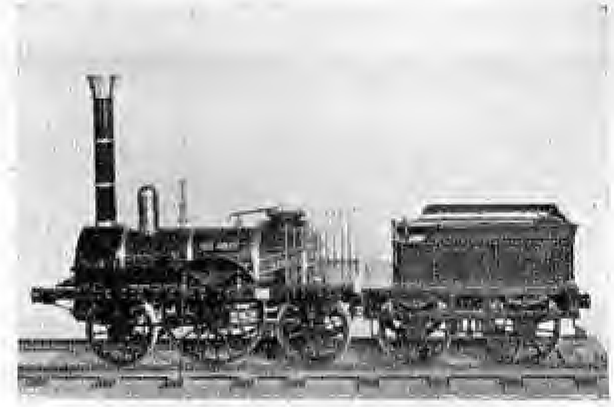
Bei den Bremseinrichtungen ist die ältere Heberleinbremse einer ebenfalls betriebsfähigen Kunze-Knorr-Druckluftbremse gegenübergestellt.



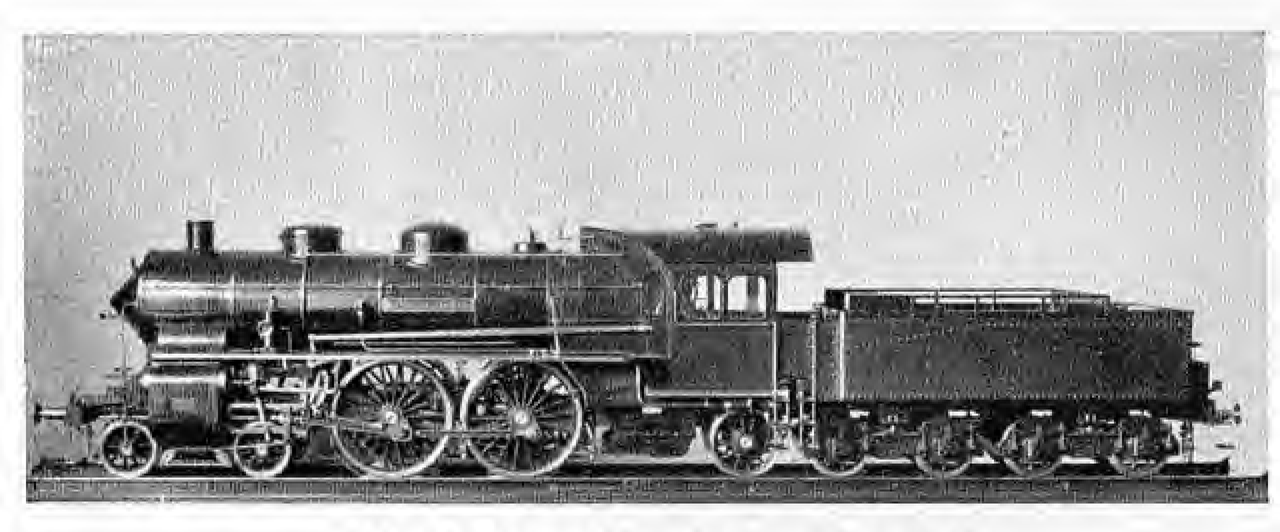
Lokomotive „Maffei 1000" im Schnitt



Rocket 1829



Adler 1835



Maffei-Schnellzugslokomotive 1905

Elektrische Schnellzugslokomotive der AEG. 1937



Erste elektrische Bahn von W. v. Siemens 1879

Raum 99 — 101: Elektrische Bahnen

In einem besonderen Ehrenschrank in der Mitte des Raumes steht das Original der ersten elektrischen Lokomotive der Welt von Werner von Siemens aus dem Jahre 1879. Der Strom von 150 Volt Spannung wurde durch eine Mittelschiene zugeführt. Die Fahrgäste saßen dabei auf kurzen, bankartigen Wagen, wie es eine zeitgenössische Abbildung zeigt.

Zunächst wurde der elektrische Bahnbetrieb im Nahverkehr mit Straßenbahnwagen verwirklicht. Ein im Schnitt dargestellter solcher Wagen läßt den Stromverlauf und die einzelnen Arten der Stromzuführung erkennen (Rollen-, Bügel- und unterirdische Stromabnehmer).

Als die Übertragung hochgespannter Ströme auf große Entfernungen gelungen war, baute man elektrische Vollbahnen. Ihre Entwicklung wird durch mehrere Modelle und das Original der ersten elektrischen Vollbahn Europas (1899, Burgdorf—Thun), sowie der ersten elektrischen Schnellzugslokomotive Deutschlands (1911, Dessau—Bitterfeld) veranschaulicht.

Abschließend ein Geschwindigkeits-Vergleich: Die Überquerung des St. Gotthard mit Saumtier, Postkutsche, Dampf- und elektrischer Bahn, wobei die Stundenleistung von 4 auf 64 Kilometer ansteigt.

Raum 102—103: Zur Zeit im Ausbau.

Raum 104: Standbahnen

Um größere Steigungen mit der Eisenbahn überwinden zu können, gibt es zwei Möglichkeiten: die Zahnradbahn und die Standseilbahn.

Wir sehen Modelle der ersten Zahnradbahn Europas (Rigi-Bahn), der steilsten Zahnradbahn der Welt (Pilatus-Bahn) und der höchsten Zahnradbahn Europas (Jungfrau-Bahn).

Einen Überblick über die Entwicklung der Zahnstangen geben Originalabschnitte nach Blenkinsop, Cathcart, Marsh, Riggenbach, Abt, Locher und Strub.

Ist die Steigung größer als 25 v. H., so verwendet man statt der selbständig angetriebenen Wagen solche mit Seilzug. Ein betriebsfähiges Modell gibt Aufschluß über Antrieb und Weichenanordnung einer Standseilbahn.

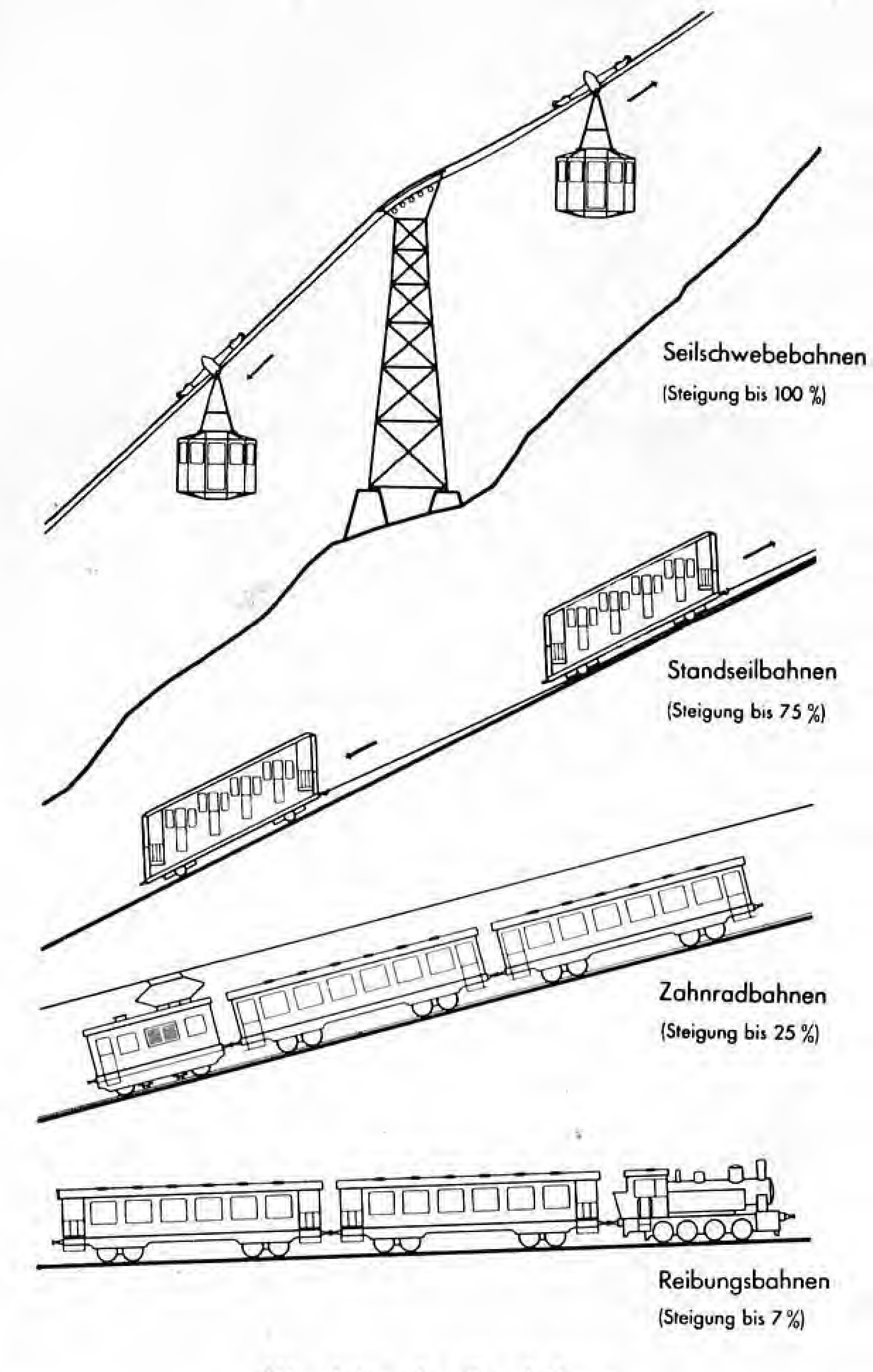
Raum 105: Hängebahnen

Bei den Seil-Hängebahnen tritt an Stelle der Schienen ein gespanntes Drahtseil, an dem die Wagen aufgehängt sind. Durch ein weiteres Seil, das Zugseil, werden sie auf dem Tragseil bewegt.

Auf der linken Seite des Raumes veranschaulichen drei Dioramen



Modell: Jungfrau-Bahn

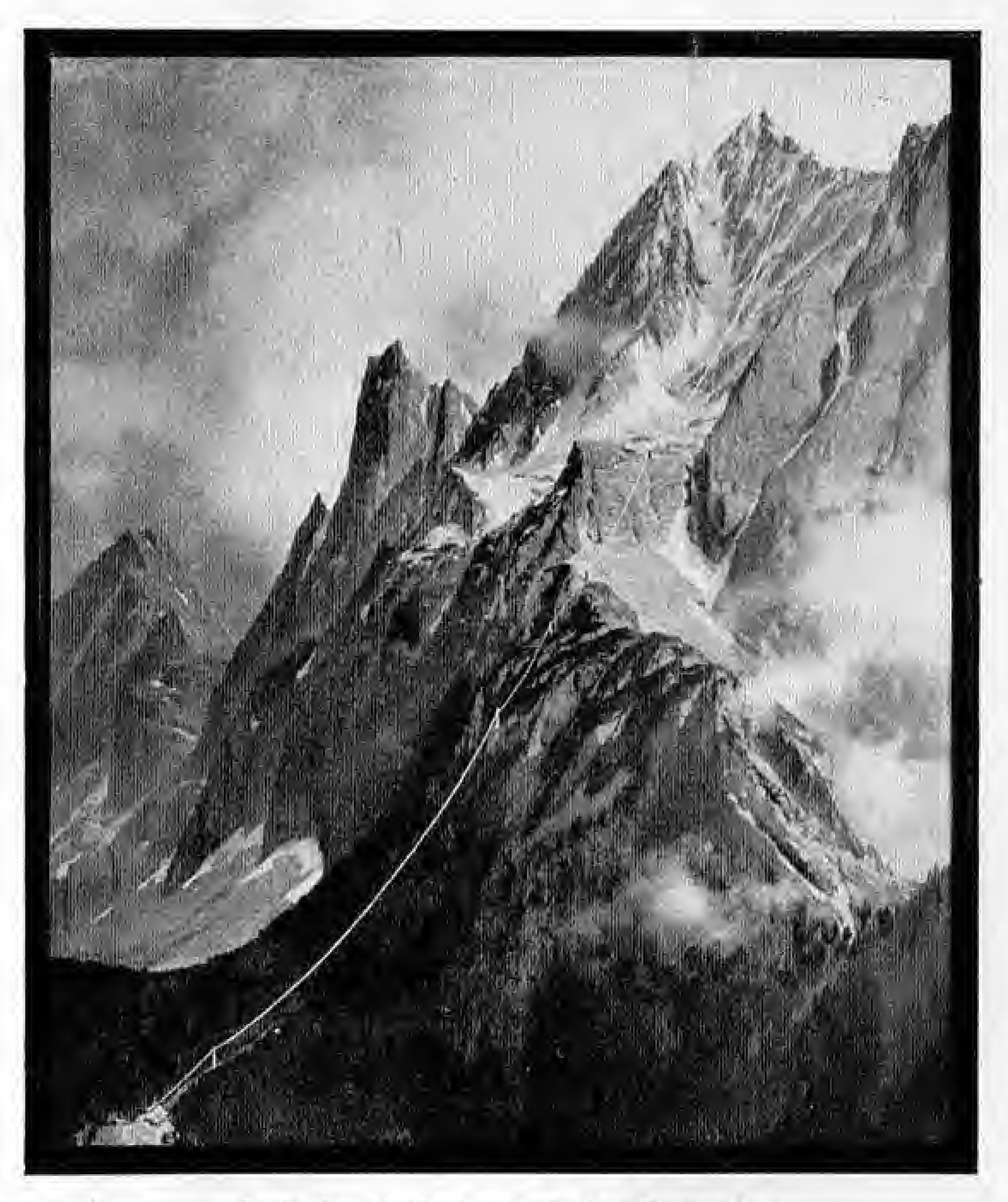


Die Arten der Bergbahnen

die Anwendung von Hängebahnen für den Lastenverkehr. Dem primitiven Holztransport im Gebirge dienen die sog. Seilriesen. Technisch vollkommenere Anlagen zeigen die Modelle der Usambara- und der Kordilleren-Bahn.

Die rechte Seite des Raumes bringt die Hängebahn für Personenbeförderung. Während die Pendelbahnen zwei Kabinen besitzen, die abwechselnd auf- und abwärts fahren, können bei den Umlaufbahnen nach Bedarf mehrere Kabinen an das Zugseil geklemmt werden. Als Beispiele sind die Zugspitz-Gipfelbahn und die Schauinsland-Bahn gewählt.

Eine Sammlung verschiedener Seilarten bildet den Abschluß.



Seilschwebebahn auf die Zugspitze



Bohrwerkzeuge und -maschinen

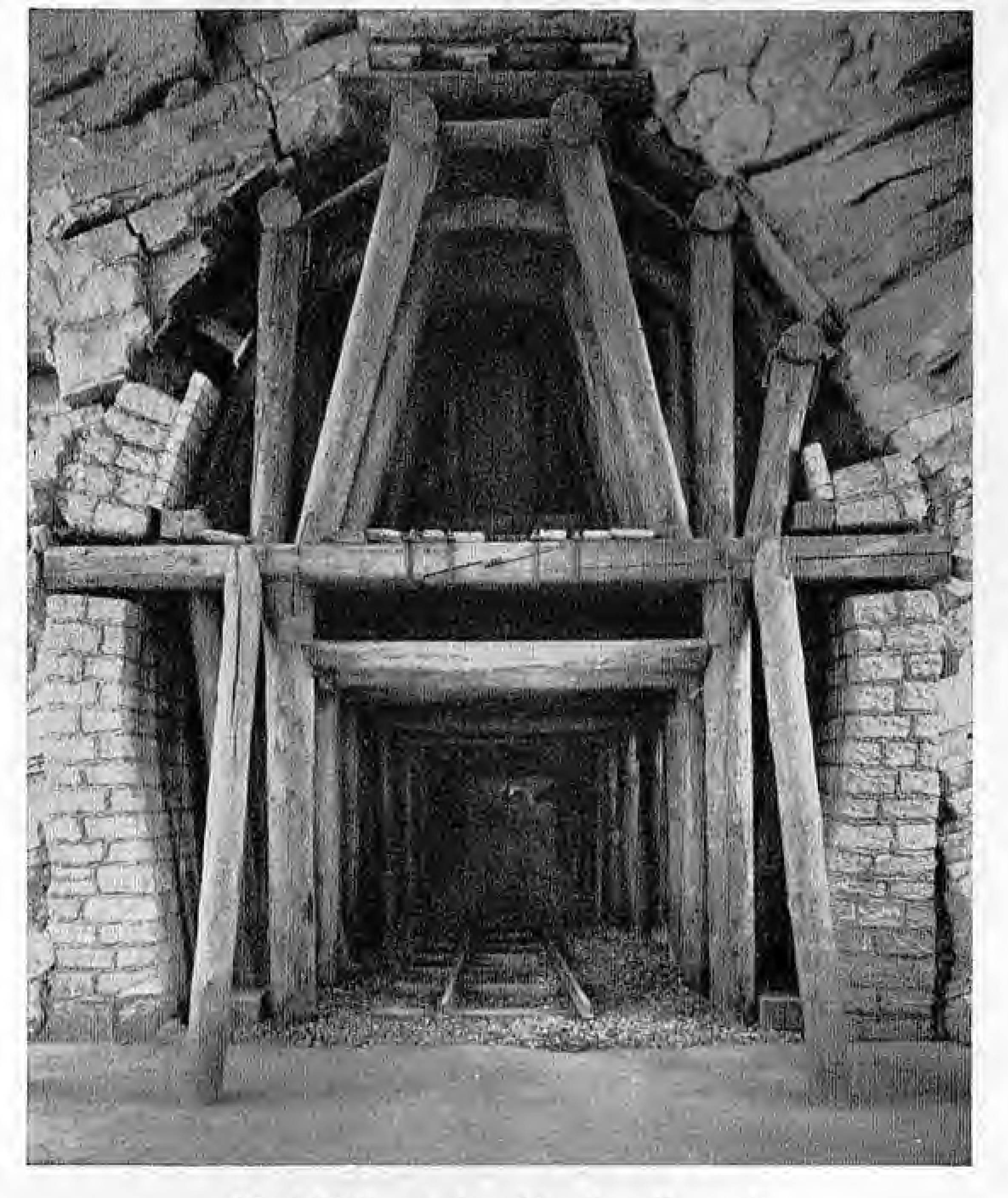
TUNNELBAU

Raum 106: Tunnelbau

Werkzeuge und Maschinen veranschaulichen die Entwicklung der Bohrgeräte vom alten Handbohrer bis zu neuzeitlichen Stoßbohrmaschinen mit Druckluft- und elektrischem Antrieb. Erst durch die Hilfe von Maschinen konnten große Tunnelbaue, wie der Mont-Cénis-, Gotthard- und Simplon-Tunnel, durchgeführt werden.

Die Reihe der Modelle wird eröffnet durch einen Längsschnitt des Tunnels bei Oberau in Sachsen, der 1837 gebaut wurde. Die allmähliche Entstehung eines Tunnels nach der Unterfangungs- oder belgischen Bauweise zeigt ein sehr anschauliches Schnittmodell, das alle Bauvorgänge von der Anlage des Sohlstollens bis zum fertig gemauerten Tunnel in Längs- und Querschnitten erkennen läßt.

Weitere Darstellungen erläutern den Tunnelbau mit eiserner Rüstung nach den Verfahren von F. v. Rziha und A. Kunz. In sehr druckhaften, weicheren Gebirgsschichten wendet man häufig den Druckschild an.



Nachbildung des Simplon-Tunnels

Den Bau des etwa 20 Kilometer langen Simplon-Tunnels in den Jahren 1898—1905 veranschaulicht ein Modell und ein in natürlicher Größe nachgebildeter Stollenquerschnitt.

Abschließend ist die Sprengtechnik im Tunnelbau behandelt.

Von hier Zugang zum Turm.

Der Turm

Mit einem der Aufzüge (Fahrpreis für Auf- und Abfahrt zusammen 25 Pfg.) oder über die Treppe ist die Plattform des Turmes zu erreichen. Von hier aus hat man einen ausgezeichneten Überblick über München und bei günstigem Wetter Aussicht auf das Gebirge. (Fernrohr mit Ortsangaben.)

Raum 106a und b: Geophysik und Meteorologie

Im Schacht des 64 Meter hohen Turmes schwingt ein Foucaultsches Pendel zum Nachweis der Erddrehung. Wie man beobachten kann, dreht sich in München der Boden in der Stunde um 11° gegen die stets gleichbleibende Schwingungsebene des Pendels.

In den Jahren 1879—80 bestimmte P. v. Jolly mit der hier aufgestellten 5775,2 Kilogramm schweren Bleikugel die Dichte unserer Erde durch Messung der Anziehung einer großen Masse mit Hilfe der Waage. Auch die Anordnung von F. Richarz und O. Krigar-Menzel 1886—96 ist gezeigt.

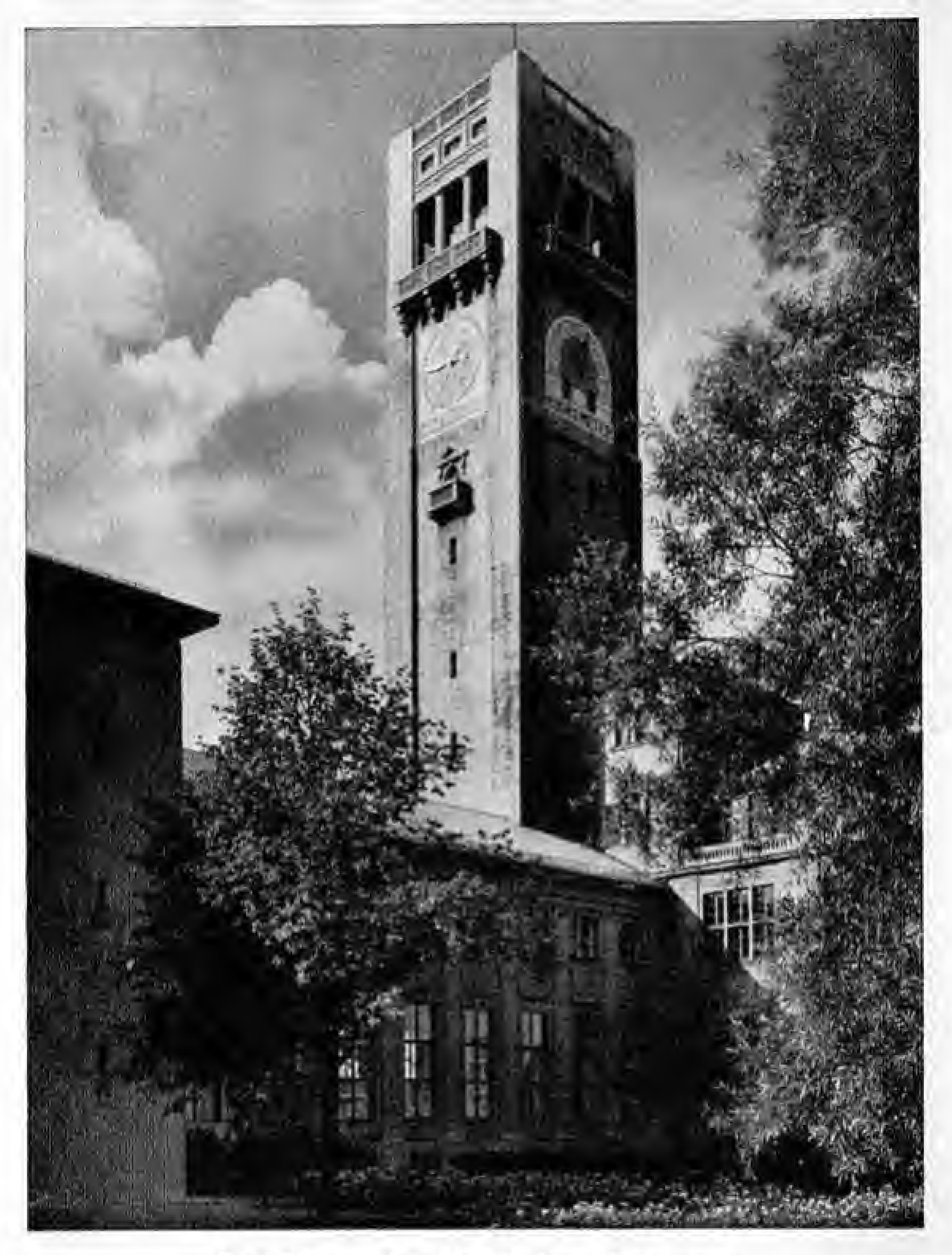
Die hier aufgehängten Ballone und Drachen dienen zur Erforschung höherer Luftschichten mit Hilfe der daran befestigten Registrierinstrumente. Die höchsten Aufstiege mit derartigen unbemannten Ballonen erreichten etwa 35 Kilometer.

Über die Treppe gelangen wir in das Turmzimmer mit der Gruppe „Meteorologie". Sie zeigt die Entwicklung aller für die Wetterkunde nötigen Instrumente, wie Quecksilber- und Dosenbarometer zur Bestimmung des Luftdrucks, Flüssigkeits- und Metall-Thermometer zur Temperaturbestimmung, Niederschlagsmesser für Regen und Schnee, Hygrometer zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit, sowie Anemometer und Windfahnen zur Feststellung von Windstärke und Windrichtung. Eine Sammlung typischer Wetterkarten lehrt, wie aus den einzelnen Messungen und Beobachtungen Wettervorhersagen abgeleitet werden.

Ein bewegliches Prognosemodell zeigt als Idealfall den Durchzug eines Tiefdruck- und eines Hochdruckgebietes über Europa im Laufe einer Woche, wobei neben der jeweiligen Vorhersage auch Luftdruck, Temperatur und Wolkenformen ersichtlich sind.

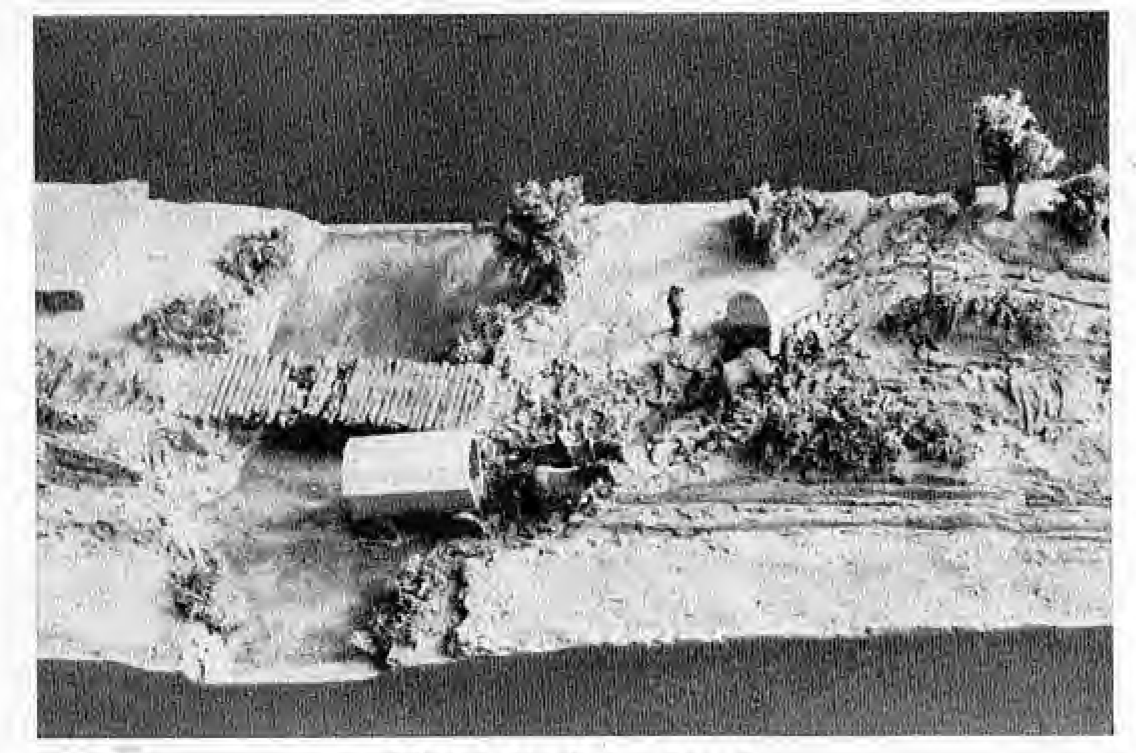
Abschließend ist das Sondergebiet der Erforschung höherer Luftschichten behandelt. In der Sammlung findet man unter anderem Drachen-Meteorographen für direkte Aufzeichnung und Radio-Meteorographen, die ihre Aufzeichnungen selbsttätig auf drahtlosem Wege melden.

Zurück über Raum 106 zur Abteilung Straßenbau



Der Turm des Deutschen Museums

An seinen Außenseiten trägt der Turm die weithin sichtbaren Zifferblätter eines Barometers, Hygrometers und Windmessers, sowie die Skala eines Thermometers. Der Stand der einzelnen kleinen Instrumente wird durch Elektromotoren auf die Zeigerwerke übertragen.



Mittelalterliche Straße

STRASSENBAU

Raum 107: Entwicklung des Straßenbaues

Die Geschichte des Straßenbaues vom Bohlenweg bis zum Auftreten der Motorfahrzeuge wird in ihren Hauptpunkten im ersten Abschnitt des Raumes durch fünf Modelle und eine Reihe von Tafeln über die Straßennetze früherer Zeiten festgehalten.

Große Karten an den Stirnwänden des Raumes zeigen bedeutende geschichtliche Straßenzüge, wie z. B. die Straßen des Bernsteinhandels als erste zusammenhängende Straßen Europas, die Fernstraßen des römischen Imperiums, die Straßen der Chinesen, des Inkareiches und die Straßen Napoleons.

Eine große Vergleichskarte veranschaulicht die Planung deutscher Verkehrsnetze seit 1750: das Straßensystem Chr. Fr. v. Lüders 1779, das erste Eisenbahnnetz Friedrich Lists 1833 und die Reichsautobahnen Adolf Hitlers 1933.

Der zweite Abschnitt des Raumes umfaßt die Straßenbautechnik mit den nötigen Baustoffen, sowie die Straßenunterhaltung. Bilder, Zeichnungen und Modelle geben Aufschluß über städtische und Landstraßen, ferner über Linienführung, Querschnittgestaltung, Erdbautechnik und Fahrbahndecken. Die in der Mitte stehenden Modelle zeigen verschiedene Straßenbaumaschinen, Reinigungsgeräte, Schneepflüge usw.

Neben Originalproben einzelner Straßendecken sind die Verfahren der Baustoffprüfung zusammengestellt und erläutert.

Modell des „Kleeblatts“ der Reichsautobahn.
Darüber Leuchtschaltbild zur Erklärung der Fahrweise

Raum 107a: Reichsautobahnen

Ein sehr lehrreiches schematisches Modell zeigt Anlage und Gestaltung der Reichsautobahnen. Man sieht folgende Einrichtungen: Autobahndreieck, doppelseitige Anschlußstelle, Straßenmeisterei, Gaststätte, Parkplatz, Brücken- und Tunnelausführung, einseitige Anschlußstelle und schließlich die Überbrückung zweier sich kreuzender Autobahnen im sogenannten Kleeblatt. Durch die angebrachten Leuchttafeln wird die Durchführung des kreuzungsfreien Verkehrs besonders anschaulich erklärt.

An der gegenüberliegenden Wand des Raumes finden wir die Karte des Deutschen Reiches mit Eintragung der fertigen, der im Bau befindlichen und der geplanten Autobahnen. Im Zusammenhang damit werden die wichtigsten Brückenbauten mit ihren kennzeichnenden Formen im Maßstab 1:300 angegeben.

In der Mitte des Saales zeigt ein Modell den technischen Werdegang beim Bau der Autobahn von der Vermessung des Geländes bis zur betriebsfertigen Straße.

Die Fenster sind mit Großbildern verschiedener Autobahnstrecken geschmückt. Zwei Modelle schildern die Anlagen eines Rasthauses und einer Straßenmeisterei.



Saal der Reichsautobahnen



Erste Automobile von Daimler und Benz

KRAFTFAHRWESEN

Im Jahre 1937 wurde auf Anregung des Führers und Reichskanzlers Adolf Hitler eine eigene Halle für Kraftfahrwesen errichtet, in der die Entwicklung dieses Gebietes von den ersten Anfängen bis zu den gewaltigen Erfolgen der jüngsten Zeit gezeigt wird.

Raum 108: Entwicklung der Kraftfahrzeuge

Beim Betreten des Raumes befindet man sich zunächst auf einer kleinen Terrasse. Hier sind die Büsten von bedeutenden Pionieren des Kraftfahrwesens aufgestellt. Wir lesen die Namen Daimler, Benz, Maybach, Bosch.

Die Treppe führt in die eigentliche Halle, in deren Mittelteil die wichtigsten Fahrzeuge der einzelnen Entwicklungsstufen aufgestellt sind. Während die Personenkraftwagen und Motorräder als Originalstücke vorhanden sind, werden die Lastwagen und Omnibusse durch Modelle dargestellt.

Die beiden Längsseiten der Halle sind in 22 Nischen aufgeteilt, in denen eine ausführliche Darstellung aller Einzelheiten des Kraftwagens gegeben wird. Der Besucher kann hier an Zeichnungen, Bildern und betriebsfähigen Lehrmodellen die einzelnen Vorgänge eingehend kennenlernen und beobachten.

Personenwagen und Motorräder

Die einzelnen Fahrzeuge tragen Schilder mit Zahlenangaben über Entstehungszeit, Leistung des Motors, Geschwindigkeit usw. Dabei ist als besonderes Maß das „Leistungsgewicht" genannt. Darunter versteht man das Verhältnis der Motorleistung zum Wagengewicht. Je niedriger diese Zahl, desto günstiger die Fahrleistung.

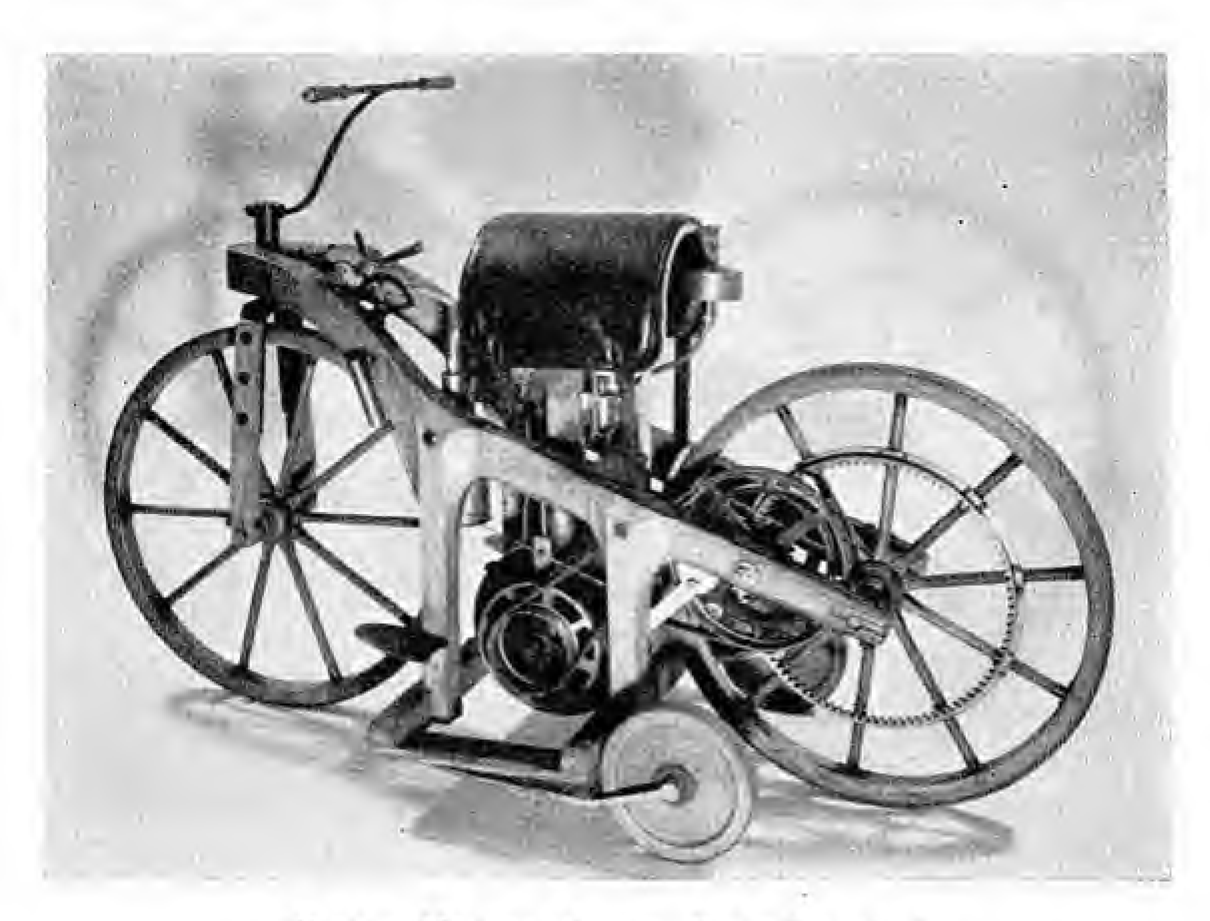
Erster Dreirad-Wagen von Carl Benz 1885. Infolge der leichten Bauart erstes brauchbares Automobil.

Erster Wagen von Gottlieb Daimler 1886. Einbau des leichten schnellaufenden Daimlermotors in einen Kutschwagen.

Daimler-Wagen 1889. Stahlradwagen mit erstem Zweizylindermotor und erstmalig verwendetem Viergang-Wechselgetriebe.

Motorrad von Hildebrand und Wolfmüller 1894. Erstes serienmäßig hergestelltes Motorrad mit Zweizylindermotor.

Wagen von Panhard und Levassor 1895. Erste Automobilform mit vorneliegendem Motor, der über lösbare Reibungskupplung, Wechsel- und Ausgleichsgetriebe die Hinterräder antreibt.



Erstes Motorrad von Daimler 1885



Blick in die Halle „Kraftfahrwesen"

Benz-Wagen „Velo" 1893. Aus dem Benz-Dreirad entwickeltes Fahrzeug, von dem bereits 2300 Stück in wenigen Jahren verkauft wurden.

Reibradwagen von Willy Seck 1893. Verwendung eines stufenlosen Untersetzungsgetriebes.

Benz-Wagen „Ideal" 1899. Bemerkenswert der unter dem Wagen angebrachte Schlangenrohr-Kühler.

Adler-Wagen 1900. Antriebsübergang durch Gelenkwelle (Kardan). Lenkung durch Handrad an Stelle eines Hebels.

Wagen von August Horch 1902. Einer der ersten Wagen mit wesentlich höherer Motorleistung. Daher die vorteilhaftere Bauart.

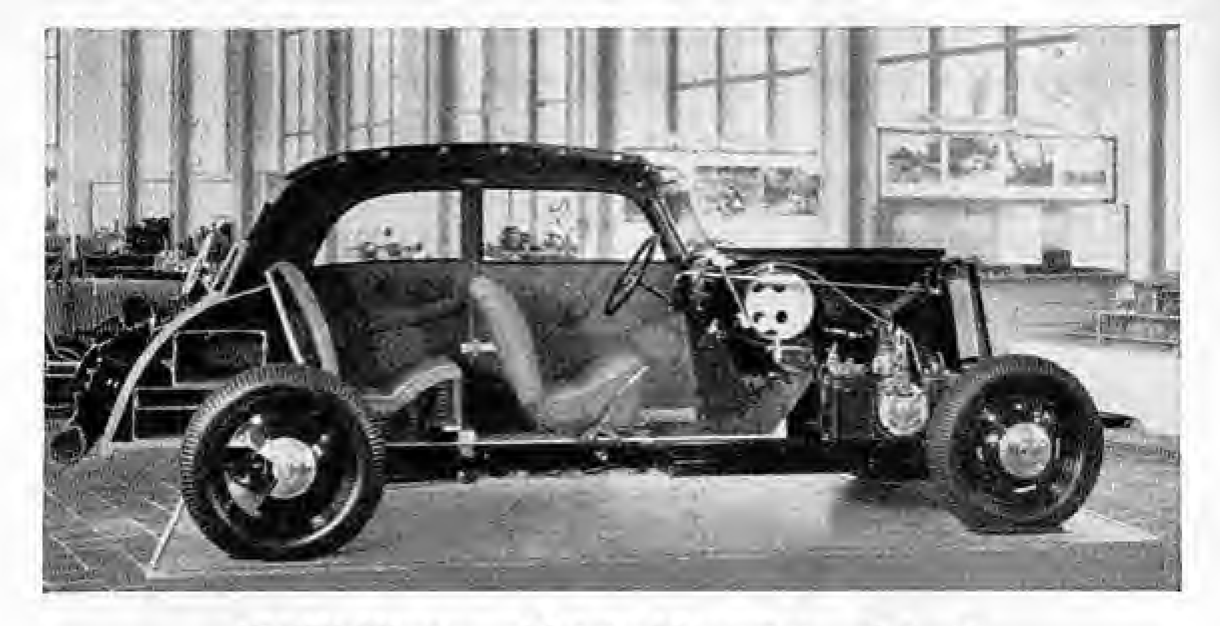
Piccolo-Wagen 1903. Leichter Wagen mit luftgekühltem Motor, der einfachen und billigen Betrieb ermöglicht.

Cyklonette 1903. Dreirad-Fahrzeug mit luftgekühltem Motor und direktem Antrieb auf das Vorderrad. Seinerzeit sehr verbreitet wegen Billigkeit in Anschaffung und Betrieb.

Mercedes-Wagen 1904. Schwerer, starker Wagen, technisch vielseitig durchgebildet, deshalb sehr fahrsicher.

Wanderer-Motorrad 1909. Einzylindermotor. Tretkurbel. Ohne Getriebe, jedoch mit Riemenspannung.

Benz-Weltrekordwagen 1909. Mit dem eingebauten 200-PS-Motor wurde 1910 der Weltrekord von 211 km/Std. erreicht.



DKW-Wagen „Meisterklasse" im Schnitt

Wanderer-Wagen 1911. Kleinwagen mit Vierzylinder-Blockmotor, unter dem Namen „Puppchen" bekannt. Die beiden Sitze wie beim Motorrad hintereinander angeordnet.

Ford-Wagen „Modell T". Leichter Wagen mit starkem Motor, deshalb günstige Fahreigenschaften. Von 1908—1927 wurden von dieser Bauart über 15 Millionen Wagen hergestellt.

Audi-Wagen 1914. Für seine Zeit typischer Sportwagen, mit dem in den Jahren 1912—1914 der Alpenpreis gewonnen wurde.

Mercedes-Rennwagen 1914. Gewinner des Großen Preises von Frankreich. Bei diesem Rennen siegten drei solche Wagen auf den drei ersten Plätzen.

Grade-Reibradwagen 1923. Leichter Wagen, konstruiert nach den Grundsätzen des Flugzeugbaus.

Fahrrad mit DKW-Hilfsmotor 1919. Erfolgreiche Verwendung eines kleinen Zweitaktmotors zum Antrieb eines Fahrrades.

Lancia-Wagen 1923. Vorderräder unabhängig gefedert, dadurch Verbesserung der Fahreigenschaften.

DKW-Motorrad 1922 (Reichsfahrtmodell). Eines der ersten Räder, womit der Erfolg des Zweitaktmotors eingeleitet wurde.

Opel-Wagen 1924. Unter dem Namen „Laubfrosch" seinerzeit sehr verbreitetes Kleinfahrzeug.

Megola-Motorrad 1922. Umlaufmotor im Vorderrad eingebaut. Tiefe Schwerpunktlage und gute Kurven-Eigenschaften.

SHW-Wagen 1924. Gebaut in den Schwäbischen Hüttenwerken, Böblingen. Selbsttragende Karosserie, geringes Gewicht infolge Ersparung des Rahmens. Unabhängig gefederte Vorder- und Hinterräder. Antrieb durch Vorderräder.

Hanomag-Wagen 1924. Durch die rückwärtige Anordnung des Motors vereinfachter Antrieb. Gleichzeitig günstige Lage der Sitze in der Wagenmitte.

Tatra-Fahrgestell 1925. Luftgekühlter Motor. Verdrehungssteifer Rohrrahmen.

BMW-Motorrad 1925. Motor und Getriebe zu einem Block zusammengebaut. Gelenkwellenantrieb.

Erster Horch-Achtzylinder-Wagen 1926. Geschlossener Aufbau als Limousine. Beispiel des großen Wagens.

Mercedes-Benz-Sportmodell „S" 1927. Sechszylinder-Motor mit Kompressor. Vorläufer der späteren Mercedes-Rennfahrzeuge.

BMW-Kleinwagen 1929. Besonders geräumiger Kleinwagen infolge der Überbauung der Hinterräder.

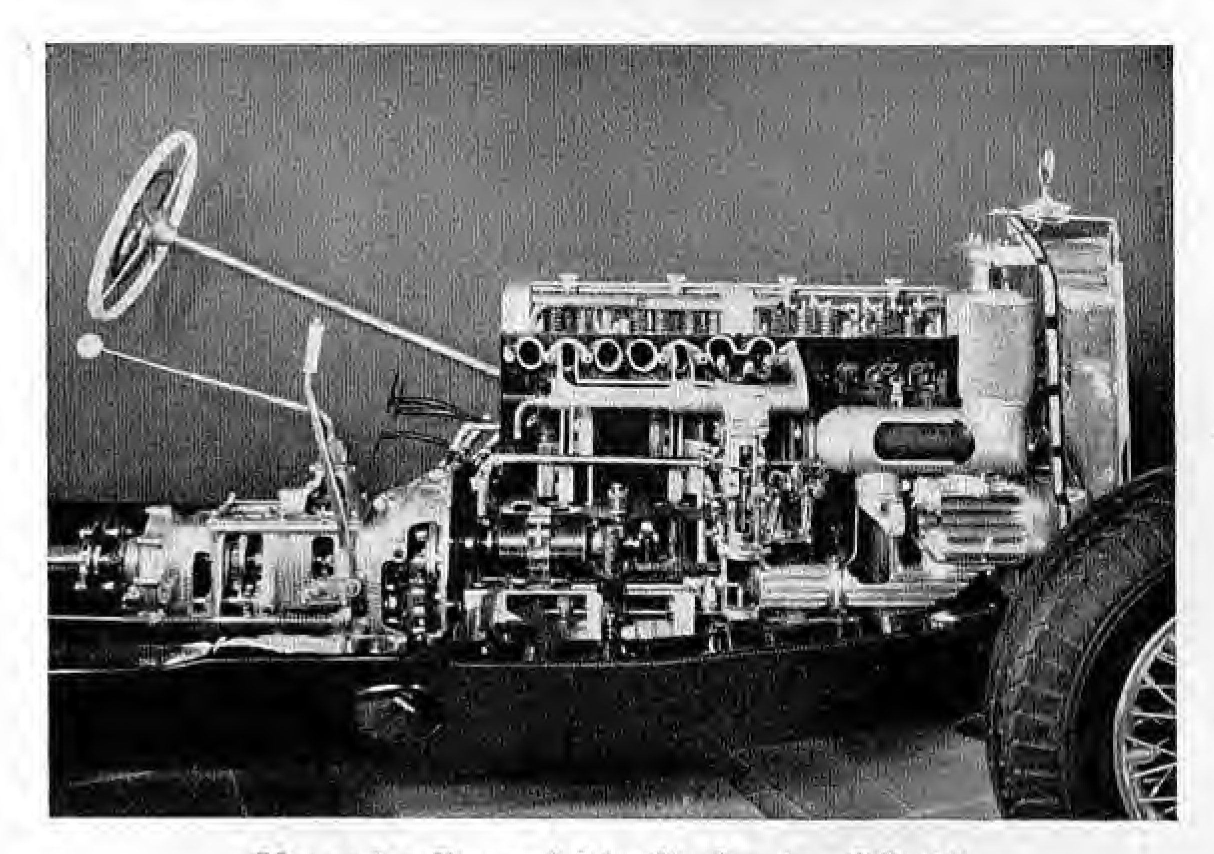
BMW-Weltrekord-Motorrad 1935. Stromlinien-Verkleidung. Erreichte 1935 eine Geschwindigkeit von 256 km/Std.

Mercedes-Benz-Fahrgestell 1935. Achtzylindermotor mit Kompressor. Schnellganggetriebe. (Bewegliche Schnittdarstellung.)

Zündapp-Motorrad 1936. Vierzylindermotor mit Gelenkwellen-Antrieb. (Schnittdarstellung.)

DKW-Wagen „Meisterklasse" 1938. Vorneliegender Zweizylinder-Zweitakt-Motor mit Vorderrad-Antrieb. Dadurch Gewichtersparnis und vergrößerter Sitzraum. (Bewegliche Schnittdarstellung.)

Wanderer-Motorrad 1937. Motor von Fichtel & Sachs. Beispiel des neuzeitlichen Kleinmotorrades. (Schnittdarstellung.)



Mercedes-Benz-Achtzylinder im Schnitt

Mercedes-Benz-Rennwagen 1934. Vorneliegender Achtzylindermotor mit Kompressor. Unabhängig gefederte Vorderräder und hintere Pendelachse. Stromlinienaufbau.

Auto-Union-Rennwagen 1937. Rückwärtsliegender Sechzehnzylindermotor mit Kompressor. Getriebe und Antrieb zur Gewichtersparnis zusammengebaut. Durch Drehstäbe unabhängig gefederte Vorderräder. Hinten Pendelachse, abgefedert durch Drehstäbe. Stromlinienaufbau. (Schnittdarstellung.)



Erster Lastkraftwagen mit zwei angetriebenen Hinterachsen 1923



Autobahn-Omnibus 1935

Lastwagen und Omnibusse

Eine entsprechende Entwicklung, wie sie die Personenfahrzeuge aufweisen, können wir auch an den Lastwagen verfolgen. In den acht Schaukästen stehen Modelle im Maßstab 1:5 vom ersten Daimler-Lastwagen 1891 bis zum heutigen Geländewagen. Bemerkenswert ist eine Feuerwehr-Kraftfahr-Drehleiter mit einer Auszugslänge von 26 Metern.

Die Nischen der Halle

Nische 1: Beginn der Kraftfahrzeugentwicklung.

Die ersten Arbeiten von Daimler und Benz, unter anderm die Nachbildung des ersten Motorrads von Daimler 1885. Der für Fahrzeuge geschaffene Daimler-Motor ist zuerst in einem Zweirad erprobt worden, wobei Geschwindigkeiten bis 12 km/Std. erzielt wurden.

Nische 2—3: Grundlegende Gestaltung des Motors und Fahrgestells.

Motoren, Vergaser, Zündungen, Kupplungen und Getriebe aus der Zeit vor 1900.

Nische 4—5: Vorläufer und Seitenwege.

Bemühungen zur Schaffung selbstfahrender Wagen vor Benz und Daimler. Elektrofahrzeuge.

Nische 6—9: Ausbildung der Grundformen des Motors und Fahrgestells.
Technische Durchgestaltung aller Einzelteile zur Erzielung besserer Fahreigenschaften.

Nische 10: Gestaltung des Kraftrades.
Bauformen des Motorrades und seiner Teile bis 1914.

Nische 11: Der Rennsport als Züchter des Kraftwagens.
Berühmte Rennmotoren und ihre Teile.

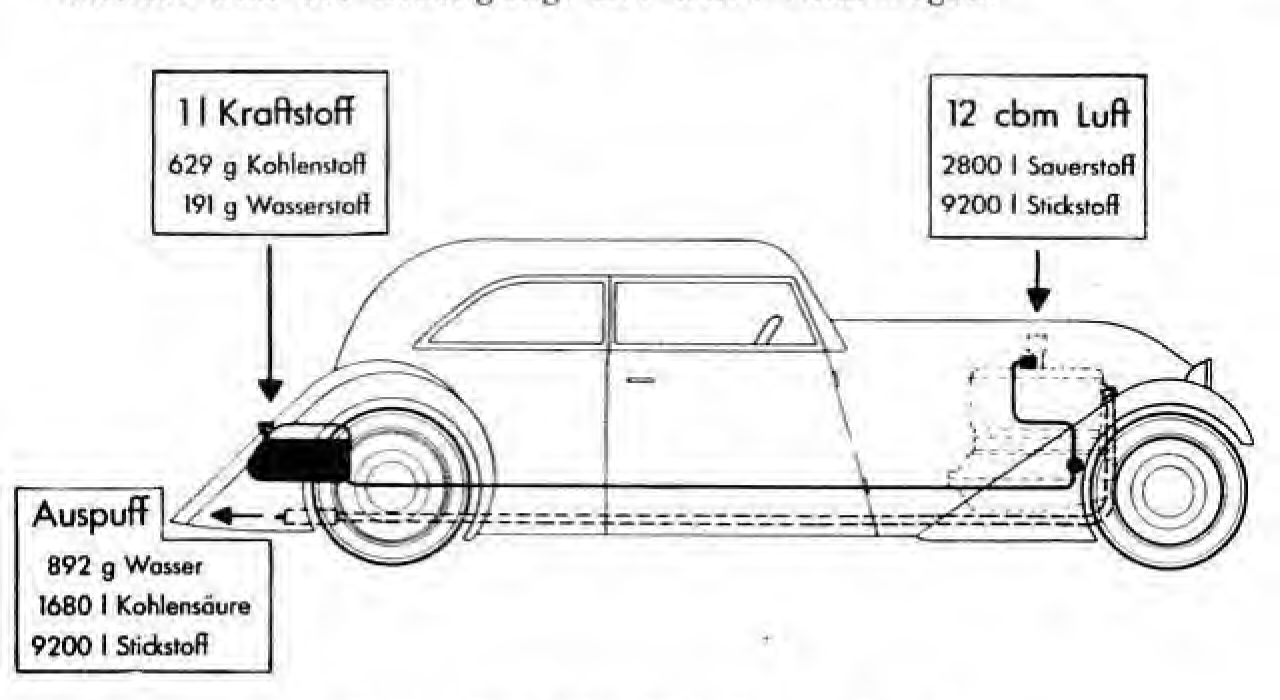
Nische 12: Kraft- und Schmierstoffe.
Förderung und Erzeugung des Rohbrennstoffes und seine Verarbeitung. Eigenschaften der Kraft- und Schmierstoffe.

Nische 13—18: Neuzeitliche Fahrzeugteile.
Otto- und Diesel-Motoren, elektrische Geräte, Fahrgestelle, Krafträder mit Viertakt- und Zweitaktmotoren.

Nische 19—20: Kraftfahrzeuge der Wehrmacht.
Modelle von Kampfwagen aus dem Weltkrieg und aus der Gegenwart.

Nische 21: Prüfung und Forschung.
Motorenprüffeld für Leistungs- und Druckmessung. Modell eines Vollprüfstandes mit Windkanal und „Laufender Straße".

Nische 22: Das Kraftfahrzeug in der Wirtschaft.
Zunahme der Motorisierung, dargestellt durch Kurven des Bestandes und der Erzeugung. Der KdF.-Volkswagen.



Beispiel der Kraftstoffausnutzung



Donaubrücke zu Regensburg. Teilstück des Modells

BRÜCKENBAU

Raum 109: Holz- und Steinbrücken

Wir beginnen mit den Naturbrücken, die aus einem über den Fluß gelegten Baumstamm oder aus aufgeschichteten Steinplatten bestehen.

Anfänge der Brückenbaukunst zeigen Modelle einer Auslegerbrücke im Kaukasus und einer indischen Straßenbrücke mit Verkaufsläden.

Größere Flußbreiten werden heute noch in exotischen Ländern durch kunstvoll gearbeitete Hängebrücken, die aus pflanzlichem Flechtwerk oder aus Bambusrohren bestehen, überspannt.

Unter den Holzbrücken ist hervorzuheben die Rheinbrücke Julius Cäsars (erbaut 55 v. Chr.) und eine Brücke aus der Schweiz mit Hänge- und Sprengwerk, die mit ihrer Spannweite von 119 Metern die weitest gespannte Holzbrücke der Welt war (erbaut 1778).

Größere Dauerhaftigkeit als die Holzbrücken, die stets der Brandgefahr ausgesetzt sind, haben die Steinbrücken.

In der Mitte des Saales steht das Modell der berühmten alten Donaubrücke zu Regensburg, die im 12. Jahrhundert erbaut wurde.

Raum 110: Eisen- und Eisenbetonbrücken. Hängebrücken. Bewegliche Brücken.

Die neuere Zeit schuf eiserne Brücken, zunächst solche aus Gußeisen, dann aus Schmiedeeisen und Stahl. Eine der größten Eisenbrücken zeigt ein Modell der Britannia-Eisenbahnbrücke über den Menai-Kanal in England mit einer Spannweite von 142 Metern, erbaut 1846—50 von Robert Stephenson.

Das Modell der Hochbrücke über Nord-Ostsee-Kanal bei Rendsburg, bei der Eisenbahnverkehr und Schiffsverkehr ungehindert gleichzeitig durchgeführt werden können und das Bild der Kaiser-Wilhelm-Brücke über das Wuppertal bei Müngsten mit der bedeutenden Spannweite von 170 Metern zeigen in lehrreicher Weise die Bauarbeiten.

Bei den Hängebrücken, die sich besonders für große Spannweiten eignen, ist die Fahrbahn an Ketten oder an Drahtseilen aufgehängt. (Elisabethbrücke in Budapest, Brooklyn-Brücke in Neuyork, Rheinbrücke bei Köln.) Über die mächtigen Tragseile der letztgenannten Brücken geben Originalabschnitte Aufschluß.

Wo eine feste Brücke dem Schiffsverkehr hinderlich wäre, verwendet man bewegliche Brücken, die abwechselnd den Verkehr über die Brücke und den Verkehr auf dem Wasser zulassen. Beispiele solcher Brücken sind neben der Tower-Brücke in London die Eisenbahn-Klappbrücke über den Trollhätta-Kanal in Schweden und die Reichsbahn-Drehbrücke über den Pregel in Königsberg.



Hochbrücke über den Nord-Ostsee-Kanal



Modell der Korrektion der Unterweser

WASSERBAU UND WASSERSTRASSEN

Raum 111: Gewässerkunde. Bagger und Rammen

Der Wasserbau hat die Aufgabe, die Gründung der Brücken herzustellen, die Abflußmengen der Flüsse zu regeln und Hochwasserschäden zu verhindern.

Als Grundlage des Wasserbaues zunächst die Gewässerkunde: die Messung der Niederschlagsmengen von Regen und Schnee, die Messung des Wasserstandes in Bächen und Flüssen durch einfache und mechanische Pegel, sowie die Geschwindigkeitsmessung des fließenden Wassers, besonders durch hydrometrische Flügel.

Die Entwicklung der Wasserbaumaschinen ist dargestellt durch Bilder und Modelle von Trockenbaggern, die Erdaushube ausführen, und Naßbaggern, die den Grund unter Wasser lösen und herausbefördern. Zum Einschlagen von Gründungspfählen und Spundwänden verwendet man Hand- und Dampframmen, für Unterwassergründungen versenkbare Taucherglocken, sog. Caissons.

Raum 112: Flußregulierung. Wehre. Talsperren

Eine Modellreihe zeigt die Entwicklung der Wehre, die dazu dienen, das Wasser eines Flusses für Zwecke der Wasserversorgung oder Kraftgewinnung aufzustauen und seinen Abfluß zu regeln. Wie Wehre in Flußläufe eingebaut werden, sieht man vor allem an einem Modell der Wasserbauanlagen zu Schweinfurt.

Zur Aufspeicherung großer Wassermengen dienen Talsperren. Die erste in Deutschland erbaute Talsperre wurde von Intze 1889 bis 1891 bei Remscheid zur Trinkwasserversorgung errichtet.

Die Arbeiten für die Schaffung einer schiffbaren Flußstrecke können an einem Modell der Weser nahe ihrer Mündung verfolgt werden. Um die nötige Tiefe der Flußsohle für die Schiffahrt zu erhalten, arbeiten fortlaufend Bagger in der Mitte des Flußbettes und entfernen die abgelagerten Stoffe. Andrerseits muß auch durch Uferbefestigungen der auswaschenden Tätigkeit des Wassers entgegengewirkt werden. Dies geschieht durch Versenken von floßartigen, mit Steinen beschwerten Geflechtsstücken aus Weidenbündeln.

Den Abschluß bilden die Regulierungen der Flußläufe und die Schutzbauten gegen Hochwasser, erläutert an den Modellen der Wienfluß-Regelung und der Dammbauten der Donau bei Kelheim.

Raum 113: Schleusen. Hebewerke

Schleusen und Hebewerke haben den Zweck, die Höhenunterschiede bei Wasserstraßen zu überwinden.

Die Schleuse ist eine durch Tore abschließbare Kammer, die zwischen den zu überbrückenden Wasserhöhen angelegt wird. Soll ein Schiff z. B. von der unteren Haltung nach der oberen gehoben werden, so fährt es durch das geöffnete untere Tor in die Schleusenkammer. Dann wird das Tor geschlossen. Läßt man nun den Wasserspiegel langsam auf die Höhe der oberen Haltung steigen, so wird das Schiff gehoben und kann nach Öffnung des oberen Tores weiterfahren.

Sind besonders große Höhenunterschiede zu überwinden, so baut man vorteilhaft Schiffshebewerke, die eine Aufzugsvorrichtung besitzen. Dabei ruht das Schiff entweder auf Förderwagen, die über eine schiefe Ebene gezogen werden oder es schwimmt in großen, senkrecht bewegten, wassergefüllten Kästen.

Raum 114: Kanalanlagen

Von den Binnenkanälen sei der Ludwig-Donau-Mainkanal erwähnt. Nachdem bereits Karl der Große eine Kanalverbindung von Donau und Main angestrebt hat, wurde 1834—48 durch Ludwig I. der von Bamberg bis Kelheim führende Kanal ausgebaut und in neuester Zeit vergrößert. Eine Landkarte und typische Ausschnitte zeigen das Wichtigste über diese Wasserstraße.

Als Beispiel eines See-Kanals mag der Panama-Kanal herausgegriffen werden. Ein Modell zeigt, wie durch Schleusen die Schiffe auf den etwa 26 Meter über dem Ozean liegenden Gatun-See hinaufgebracht werden und auf der anderen Seite auf gleiche Weise wieder hinabgelangen. Der Kanal, der rund 80 Kilometer lang ist, wurde 1914 eröffnet.

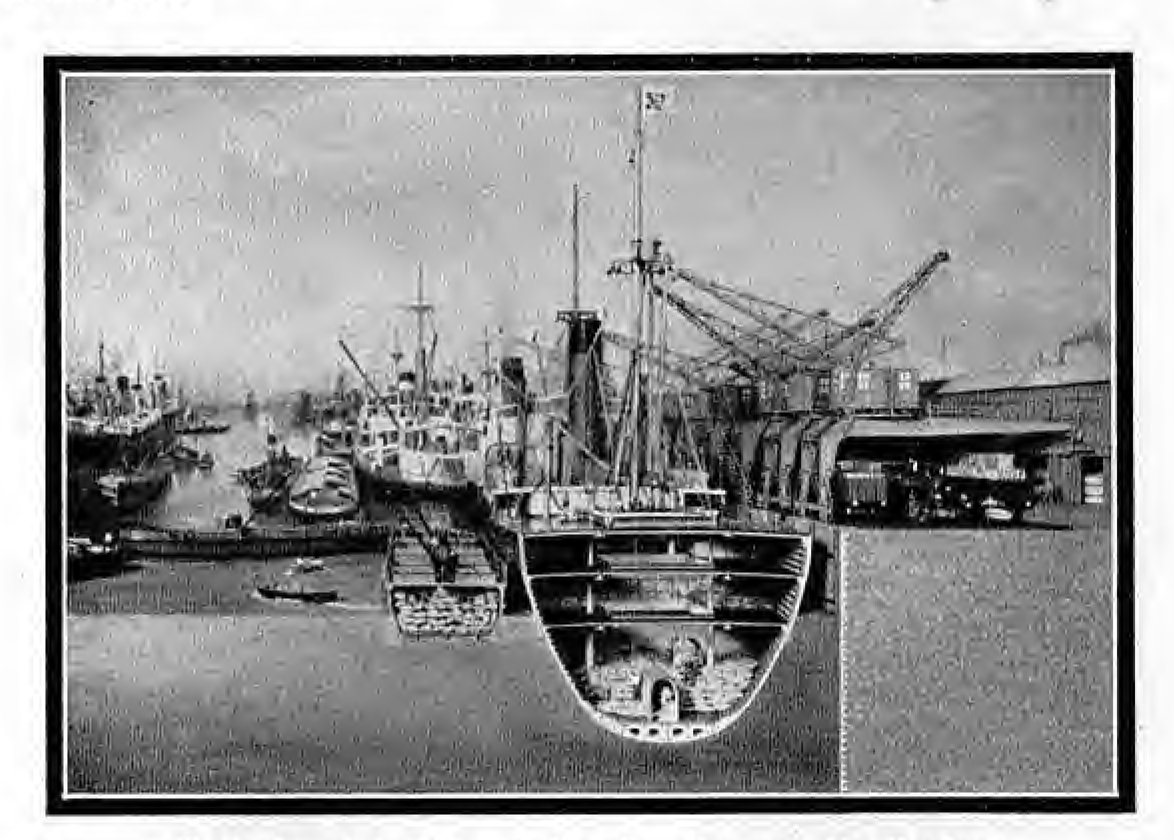
Raum 115: Hafenbau und Seezeichen

Den Verkehr zwischen Land und See vermitteln Häfen. Zwei Modelle stellen die Bremer Schlachte um 1600 und den Bremer Freihafen von 1925 gegenüber. Die Beförderung der Waren von den Schiffen in die Speicher und von da zu den anderen Verkehrsmitteln ist dabei in lebendiger Weise dargestellt.

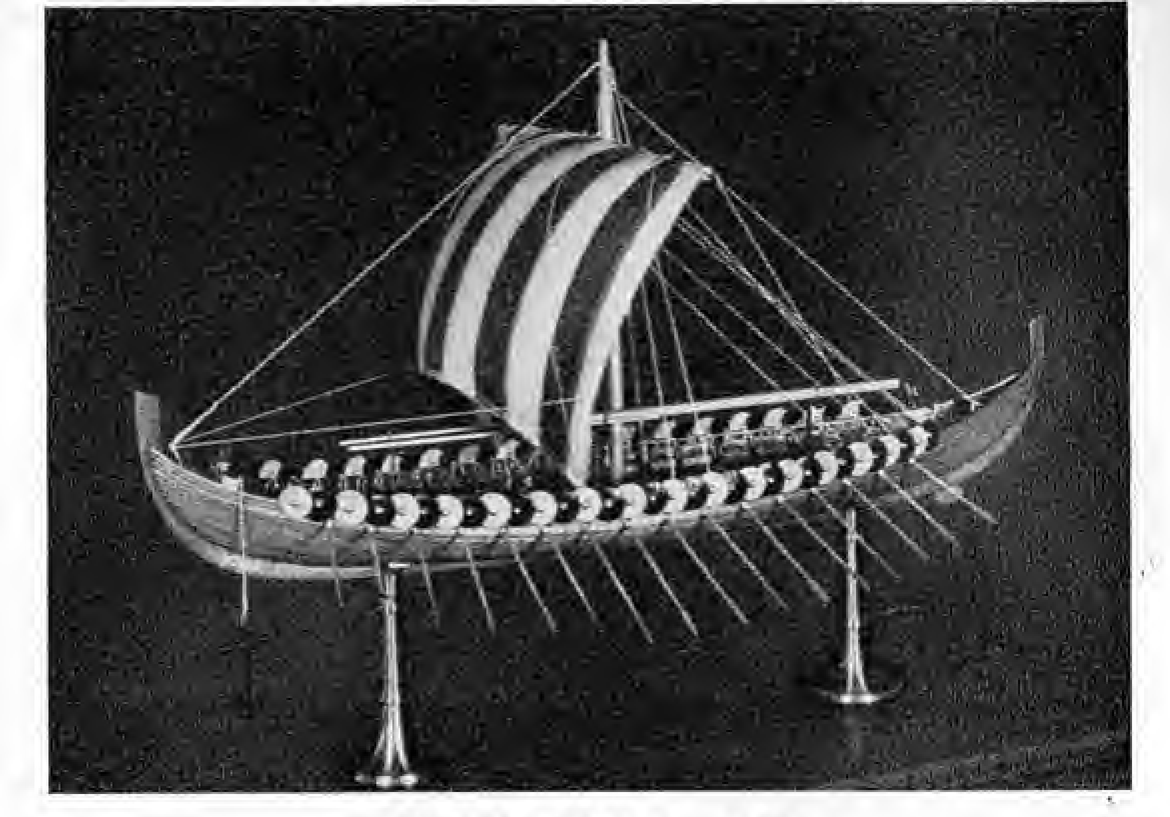
In der Mitte: Modell des Hamburger Hafens aus der Zeit um 1840. Die rasche Entwicklung des Schiffbaues und der Hafenanlagen werden aus einem Vergleich deutlich, den die Betrachtung des großen Wandgemäldes und der Plandarstellungen von Hamburg 1925 ermöglicht.

Die zur Sicherheit der Schiffahrt nötigen Seezeichen sind durch alte und neue Leuchttürme und Baken, sowie Tonnenbojen und Feuerschiffe gezeigt.

Den Abschluß bildet eine Unterwasserglocken-Anlage mit Preßluftantrieb.



Teil des Schnittmodells des Bremer Freihafens



Modell: Wikingerschiff

SCHIFFBAU

Raum 116: Schiffe der Naturvölker

Das erste Fahrzeug in Form eines Baumstammes, auf dem ein Eingeborener sich mit den Händen rudernd fortbewegt, stellt den Beginn der Schiffahrt dar. Später wurden statt der Hände Ruder benutzt.

An drei Darstellungen sind einfachste Schiffe für verschiedene Zonen erläutert. Ein Diorama zeigt ein Auslegerboot der Südsee, das durch einen seitlichen Längsbalken gegen Kentern gesichert ist. In der Mitte des Raumes steht ein Einbaum, hergestellt aus einem einzigen ausgehöhlten Eichenstamm. Dann folgt ein Kajak der Grönländer. Es vertritt das Fahrzeug der kalten Zonen und besteht aus einem mit Seehundsfell überspannten Gerippe.

Als Vertreter der Rundboote ist unter anderem ein irisches Coracle aus Weidengeflecht mit Lederüberzug zu nennen.

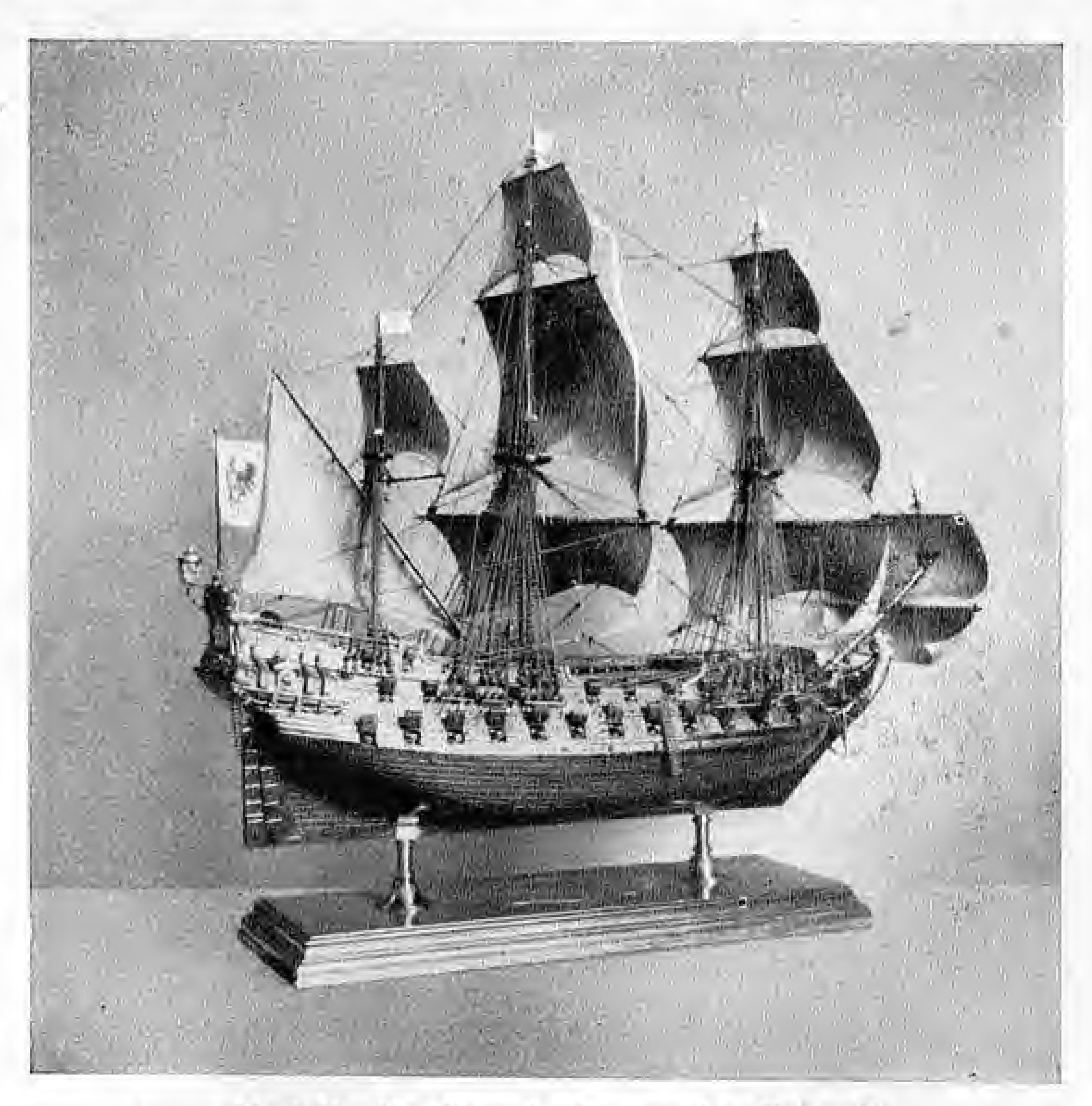
Raum 117: Ruder- und Segelschiffe

Die ältesten Schiffe waren Ruderschiffe. Sie werden durch Segelschiffe ergänzt und abgelöst und diese wieder durch Dampf- und Motorschiffe.

Im Altertum wurden neben den hauptsächlich verwendeten Rudern auch schon Segel benützt, wie die Modelle der ägyptischen, phönizischen und griechischen Schiffe zeigen.

Im Mittelalter finden wir die Wikinger- und Normannen-Schiffe. Diese besitzen teilweise schon mehrere Decks. Am Ende des Mittelalters werden die Segel so mächtig und vielseitig ausgebaut, daß die Ruder ganz entbehrlich werden. So entsteht im 13. bis 15. Jahrhundert die Hansa-Kogge. Welch prunkvolle Gestalt diese Schiffsgattung in den folgenden Jahrhunderten erreicht hat, ist durch eine Reihe von Modellen veranschaulicht. Besonders eindrucksvoll ist hier die „Victory", die 1805 in der Schlacht bei Trafalgar Lord Nelsons Flaggschiff war.

Die gegenüberliegende Seite des Saales zeigt Ruder- und Sportsboote sowie Segel-Jachten. Einige Modelle vertreten die Schulschiffe, die zur Ausbildung der Seeleute dienen. Das Modell des



Modell: Kurbrandenburgische Fregatte „Friedrich Wilhelm zu Pferde". 17. Jahrhundert

Schulschiffes „Herzogin Cäcilie“ zeigt die Ausführung der wichtigsten Segelmanöver.

Hervorzuheben ist noch das Fünfmast-Vollschiff „Preußen“, ganz aus Stahl gebaut, das bis 1910 das größte und schnellste Segelschiff der Welt war.



Modell des Schulschiffes „Herzogin Cäcilie“

Raum 118: Dampf- und Motorschiffe

Eine vollständige Umgestaltung der Schiffsform wurde durch die Erfindung und Anwendung der Dampfmaschine bewirkt. Noch bevor die erste Eisenbahn in Betrieb genommen wurde, baute der Engländer Symington 1801 das Dampfschiff „Charlotte Dundas", das ein Schaufelrad am Heck aufwies. Später legte man die Schaufeln seitlich an, wie es bei dem amerikanischen Dampfschiff „Claremont" von 1807 der Fall war.

Von historischer Bedeutung ist die mit Segel und Dampfmaschine ausgerüstete „Savannah", die als erstes Dampfschiff den Ozean von der amerikanischen Stadt Savannah nach Liverpool in 26 Tagen überquerte.

Welche Ausmaße manche früheren Schiffe hatten, geht aus einem Schnitt des „Great Eastern", des größten Dampfschiffes des 19. Jahrhunderts hervor, das außer den hohen Schaufelrädern auch Schiffsschrauben und Segel als Antrieb besaß.

Der erste in Deutschland gebaute, eiserne Schraubendampfer ist die „Borussia", die ebenfalls noch Segel neben dem Dampfbetrieb besaß. In den verschiedenen berühmten Dampfschiffen des 20. Jahrhunderts drückt sich die rasche Entwicklung dieser Bauart bis zum heutigen Ozeandampfer aus. Ein Modell der „Vaterland", als Typ der heute noch größten Schiffe der Welt, zeigt einen Vergleich mit anderen Schiffen.

Die Innenausstattung neuzeitlicher Schiffe läßt sich an einem Längs- und vier Querschnitten des Dampfers „Imperator", einem Schwesterschiff der „Vaterland", verfolgen, das 5400 Personen zu fassen vermag.

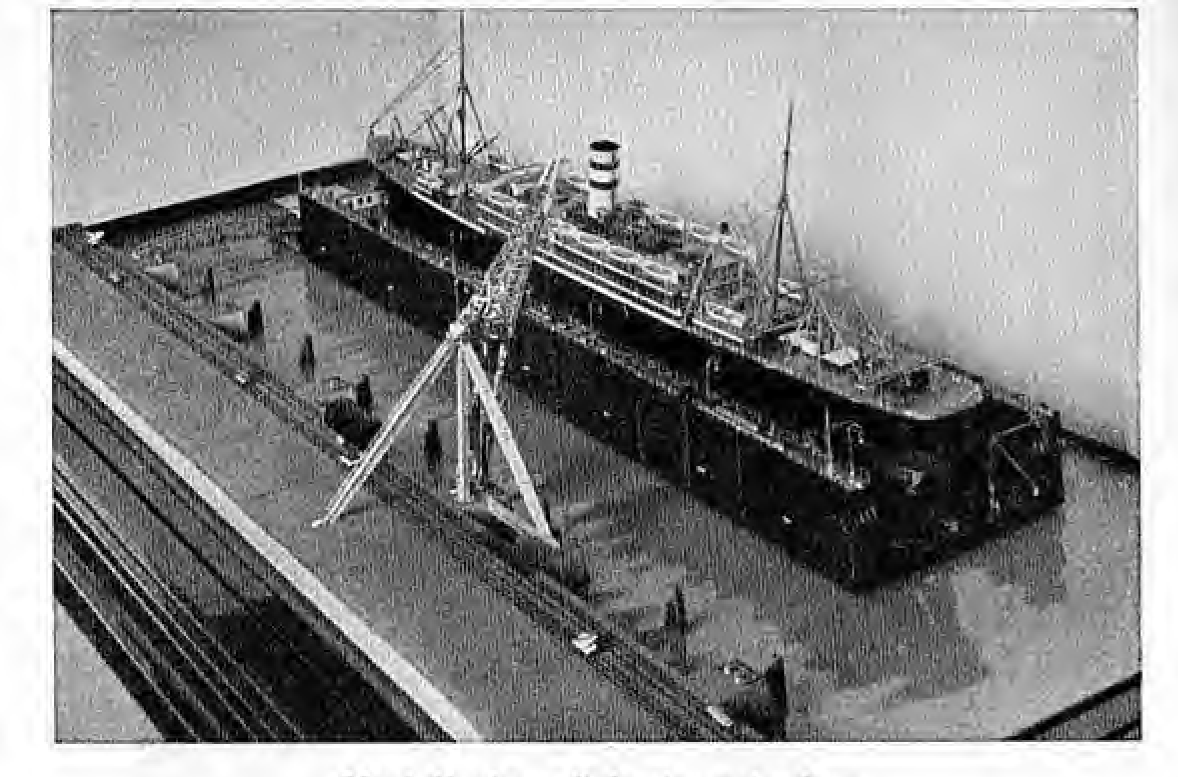
An Stelle der Dampfmaschinen ist in der neuesten Zeit als Antriebsmaschine vielfach der Diesel-Motor getreten, wodurch die Wirtschaftlichkeit des Betriebes sehr gehoben wurde.

Die Motorschiffe für Frachtenbetrieb wie für Personenverkehr sind durch einige Modelle vertreten, außerdem ist das erste Daimler'sche Petroleum-Motorboot aus dem Jahre 1886 im Original aufgestellt.

Eine Reihe von Spezialschiffen, u. a. Eisenbahn- und Automobil-Fährschiffe und das Modell des ersten Rotorschiffes „Barbara", ausgerüstet mit drei Flettner-Rotoren, ergänzen die Sammlung.

Raum 119: Kriegsschiffe

Man unterscheidet im allgemeinen die Linienschiffe, ausgerüstet mit schweren Geschützen und besonders starker Panzerung von den Kreuzern, die leichter gebaut sind, aber größere Geschwindigkeit erreichen. Beide Arten, und daneben auch die kleineren Schiffsgattungen, wie Torpedo- und Kanonenboote, sind durch eine Reihe von Modellen aus verschiedenen Zeitabschnitten vertreten.



Modell eines Schwimmdockes

Besonders bemerkenswert ist das betriebsfähige Schnittmodell des Linienschiffes „Rheinland“, das alle Einzelheiten an Bord erkennen läßt, so z. B. den Antrieb der Schrauben durch die Schiffsmaschinen, die drehbaren Geschütztürme, die Vorratsräume für Munition und Torpedos, sowie alle Arbeits- und Aufenthaltsräume. Die Backbordseite zeigt die Außenansicht und die Befestigung der Panzerplatten auf der Schiffshaut.

Von den Kriegsschiffen, die nach dem Weltkrieg gebaut wurden, sind folgende Modelle vorhanden: Kleiner Kreuzer „Emden“, Bauzeit 1921—27, Kreuzer „Königsberg“, 1925—29, Panzerschiff „Deutschland“ 1929—33 und Kreuzer „Nürnberg“ 1933—35.

Raum 120: Werftbetrieb

Über den Bau eines Schiffes geben Bilder von Werften und das Modell einer Helling Aufschluß. Man sieht, wie inmitten eines Gerüstes der Kiel, die Spanten und die einzelnen Bauteile mit mächtigen Krananlagen zusammengefügt werden.

Zur Ausbesserung von Schiffen bedient man sich der Docks, die das Schiff aus dem Wasser heben und für Außenarbeiten freilegen. Beim Trockendock wird das Schiff in eine schleusenartige Kammer gebracht, diese abgeschlossen und das Wasser herausgepumpt. Das Schwimmdock stellt einen U-förmigen Doppelwandkörper dar, dessen Hohlraum zunächst mit Wasser gefüllt ist, so

daß das Dock zum Teil unter Wasser liegt. Nachdem das Schiff eingefahren ist, wird das Wasser im Hohlraum durch Luft verdrängt. Dadurch hebt sich das Dock mit dem Schiff aus dem Wasser.

Raum 121 — 124: Aufgaben der Schiffahrt

Über einige Stufen gelangen wir an drei Räume, in denen die Aufgaben der Schiffahrt behandelt sind. Wir sehen die Gebiete „Handel und Verkehr", „Entdeckung der Welt" und „Kämpfe zur See", die durch je drei Gemälde von Claus Bergen mit Darstellungen aus dem Altertum, dem Mittelalter und der Neuzeit geschmückt sind.

In der Mitte stellt ein Globus die wichtigsten Entdeckungsfahrten, die mit Schiffen gemacht wurden, zusammen.

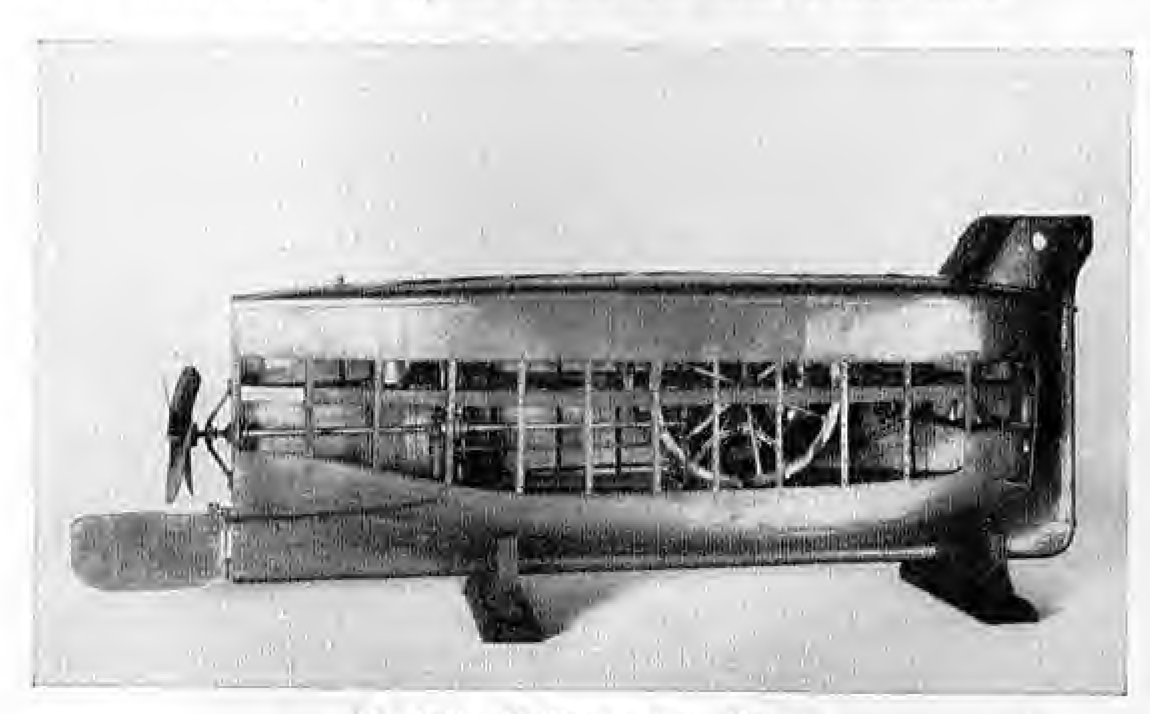
Das Modell der Caravelle „Santa Maria", die von Christoph Kolumbus 1492 benützt wurde, legt hier Zeugnis von dem kühnen Geist dieses Entdeckers ab.

Um auch dem Laien die große Ausdehnung einer modernen Seeschlacht verständlich zu machen, ist ein Modell der Skagerrak-Schlacht von 1916 aufgebaut, das die Stellung der deutschen und englischen Schiffe zur Zeit der Entscheidung wiedergibt.

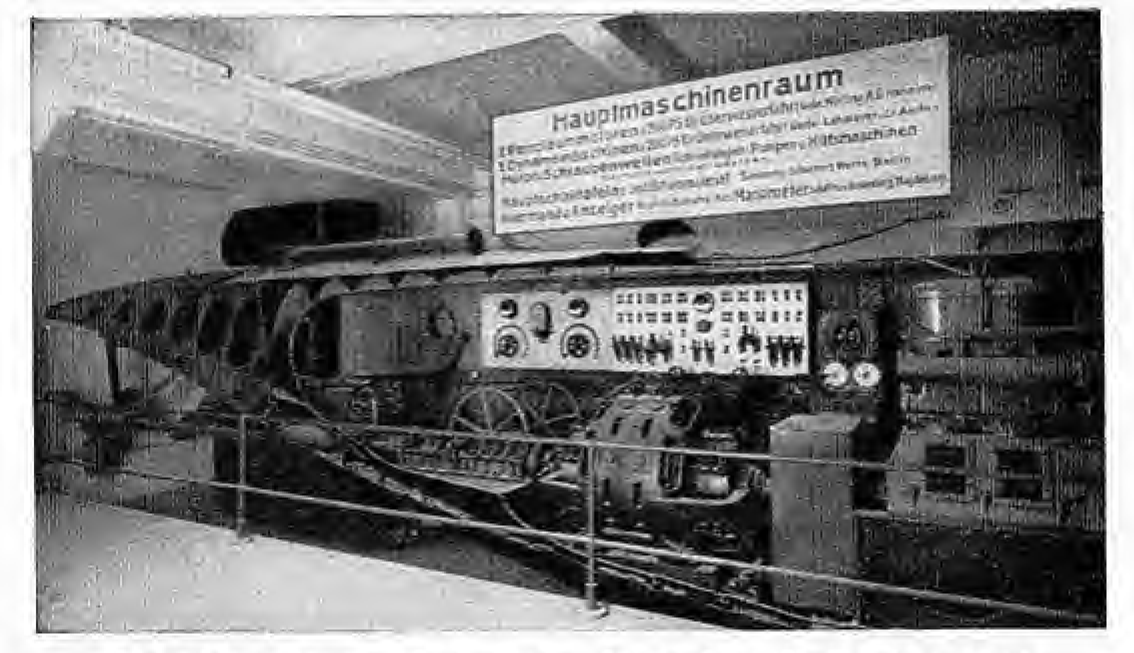
Abwärts über die Treppe:

Raum 125: Unterseeboote

Zwei Modelle zeigen das Unterseeboot „Nautilus" des Amerikaners Fulton von 1798 und das erfolgreiche Tauchboot des bayerischen Unteroffiziers Wilhelm Bauer aus dem Jahre 1850.



Modell: U-Boot von Bauer



Maschinenraum des ersten deutschen U-Bootes, 1906

Den Hauptanziehungspunkt der Gruppe bildet das Original des ersten deutschen Unterseebootes „U 1", das 1906 auf der Germania-Werft gebaut wurde und eine Länge von 42 Metern aufweist. Die Außenhaut ist zum Teil entfernt, so daß der Besucher Einblick in die gesamte Einrichtung erhält. Der rückwärtige Teil birgt die Maschinen: für die Überwasser-Fahrt die Petroleum-Motoren, für die Unterwasser-Fahrt die Elektromotoren. Der Strom zur Speisung der letztgenannten wird den seitlich im Boot untergebrachten Akkumulatoren entnommen. Um diese aufzuladen, laufen die Elektromotoren, als Dynamomaschinen geschaltet, bei der Überwasserfahrt mit. Die nächsten Abschnitte des Unterseebootes dienen als Schlaf- und Aufenthalts-Räume. Bemerkenswert sind die seitlich eingebauten Tauch-Tanks, in die zur Bewirkung des Tauchens oder Aufsteigens Wasser oder Luft eingepumpt wird. In der Mitte des Bootes befindet sich der Kommando-Raum mit dem Turm. Durch zwei Sehrohre ist es möglich, die Oberfläche des Wassers bei geschlossenem Boot abzusuchen. Der vordere Teil des Unterseebootes enthält die Torpedos, die durch Preßluft ausgestoßen werden, durch eigene Antriebskraft weiterlaufen und beim Auftreffen auf das feindliche Schiff selbsttätig explodieren.

Raum 126: Unterwasserwaffen. Taucherausrüstung

Einige Torpedos sind im Original aufgestellt und geben zum Teil durch Fenster Einblicke in ihren inneren Bau. Im rückwärtigen Teil liegen die Maschinen zum Antrieb der beiden Schrauben. Der mittlere Teil enthält Preßluft zum Betrieb und der vordere rote Teil die Sprengladung.

Zu Absperrungen von Gewässern dienen die Seeminen. Dies sind mit Sprengladung gefüllte schwimmende Körper, die bei Verletzung ihrer Kontaktvorrichtung in die Luft fliegen. Original-Minen und das Modell einer Minenlegung zeigen die Befestigungsart mittels Drahtseiles an einem auf dem Grund liegenden Fußgestell.

Ein Nebenraum enthält die Entwicklung der Taucher-Einrichtungen vom alten Taucher bis zum Tiefsee-Tauchapparat, der bis zu etwa 150 Meter Wassertiefe benutzbar ist. Der Tiefsee-Tauchapparat besteht aus einem Stahlgehäuse, das mit Kugelgelenken versehene Arme und Beine besitzt, wodurch ein Hantieren des Tauchers unter Wasser möglich ist. Daneben sind die Arbeiten von Tauchern an einem gesunkenen Unterseeboot dargestellt.

Zurück über Raum 125 zu den Schiffs-Innenräumen

Raum 127: Schiffsbatterie

Ein Blick in eine Kanonenstube mit 16-Zentimeter-Vorderladerkanonen auf Räderlafetten versinnbildlicht die Ausrüstung eines Kriegsschiffes um 1850.



Taucherausrüstungen

Raum 128 — 130: Wirtschaftsräume des Schiffes

Einer alten Kombüse ist eine neuzeitliche Schiffsküche mit Dampf- und elektrischer Heizung sowie ein Kühlraum für Speisevorräte gegenübergestellt.

Raum 131 — 136: Wohn- und Speiseräume des Schiffes

Nach dem Zwischendeck eines Auswandererschiffes um 1880, wo in engem Raum eine große Zahl von Betten untergebracht ist, folgt das Wohndeck von 1900 mit Kammern für 8 Personen.

Anschließend durchschreitet man den Salon des ersten Segelschiffes „Deutschland" der Hamburg-Amerika-Linie aus dem Jahre 1848. Seitlich sind die Schlafräume angeordnet: die zweite Klasse mit vier, die erste Klasse mit zwei Betten.

Weiterhin zeigt eine Reihe von Modellen die wichtigsten Entwicklungsstufen verschiedener Schiffsräume bis zur Gegenwart. Naturgetreu eingebaut ist ein neuzeitlicher kleiner Schiffs-Speisesaal (Grillroom).

Ein Gang führt uns an einem Schlafraum der dritten Klasse vorbei zu einer von P. L. Troost entworfenen Kabine erster Klasse mit Bad, wie sie der Dampfer „Columbus" des Norddeutschen Lloyd besitzt.



Neuzeitlicher Kesselraum mit Ölfeuerung



Kommandobrücke

Raum 137: Funkraum

Die Einrichtung entstammt dem Postdampfer „Weser" aus dem Jahre 1910 und enthält eine von Telefunken gebaute drahtlose Station.

Raum 138: Promenadedeck

Der weitere Weg führt über eine Nachbildung des Promenadenganges des Schnelldampfers „Cap Polonio" der Hamburg-Südamerika-Linie mit Ausblick auf Rio de Janeiro.

Raum 139: Schiffsmaschinen und technische Ausrüstung

a: Der Maschinen- und Kesselraum eines Elbedampfers von 1849. Die Maschine besaß schwingende Zylinder. Der Dampf wurde in einem mit Holz geheizten Kessel erzeugt.

b: Der Maschinen- und Kesselraum des Torpedobootes A 25. Rechts eine Dreifachexpansionsmaschine mit allen Hilfseinrichtungen, links der Kessel mit Gebläse und Kohlenbunkern.

c: Neuzeitlicher Kesselraum mit Ölfeuerung, wie sie auf der „Bremen" oder „Europa" verwendet ist. Die Feuerung erfolgt hier anstatt mit Kohle durch eingespritztes verbrennendes Öl, was die Arbeit des Heizens wesentlich vereinfacht. Der erzeugte Dampf

dient zum Antrieb von Turbinen, die auf verhältnismäßig geringem Raum gewaltige Kraftentfaltung ermöglichen.

Rechts Einblick in den Hauptmaschinenraum des Turbinenschiffes „Hamburg", gebaut 1921.

d: Neben Modellen von Kesselanlagen Einblick in den Hauptmaschinenraum des Motorschiffes „Fulda" aus dem Jahre 1924.

e: Apparate zur Befehlsübermittlung. Die Maschinentelegraphen können durch Seilzüge oder elektro-magnetisch betrieben werden.

f: Karten- und Ruderhaus des Dampfers „Adolph Woermann". Durch das vordere Fenster blickt man auf den Hafen von Victoria in Kamerun. Während der Kartenraum den navigatorischen Arbeiten dient, wie Eintragen der Kurse, des Schiffsortes usw. in die Seekarten, ist das Ruderhaus die Befehlsstelle der Schiffsführung. Hier befinden sich Steuerrad, Kompaß, Maschinentelegraph und eine Reihe von Kontroll-Instrumenten. Die Steuerung kann von Hand im Zusammenhang mit dem Magnetkompaß oder auf automatische Weise mit dem Selbststeuerer erfolgen. Dies ist ein elektrischer Apparat, der bei Ablenkung des Schiffes aus dem eingestellten Kurs in Tätigkeit tritt und durch eine Kettenverbindung das Steuerrad entsprechend betätigt.

Raum 140: Schiffbau-Versuchswesen

Eine bewegte Schautafel zeigt einen lehrreichen Geschwindigkeitsvergleich: Die Fahrtdauer Europa—Nordamerika verringert sich in 50 Jahren von 30 Tagen (Segler „Deutschland") auf 5 Tage (Schnelldampfer „Bremen") zuletzt sogar auf einen Tag (Flugzeug).

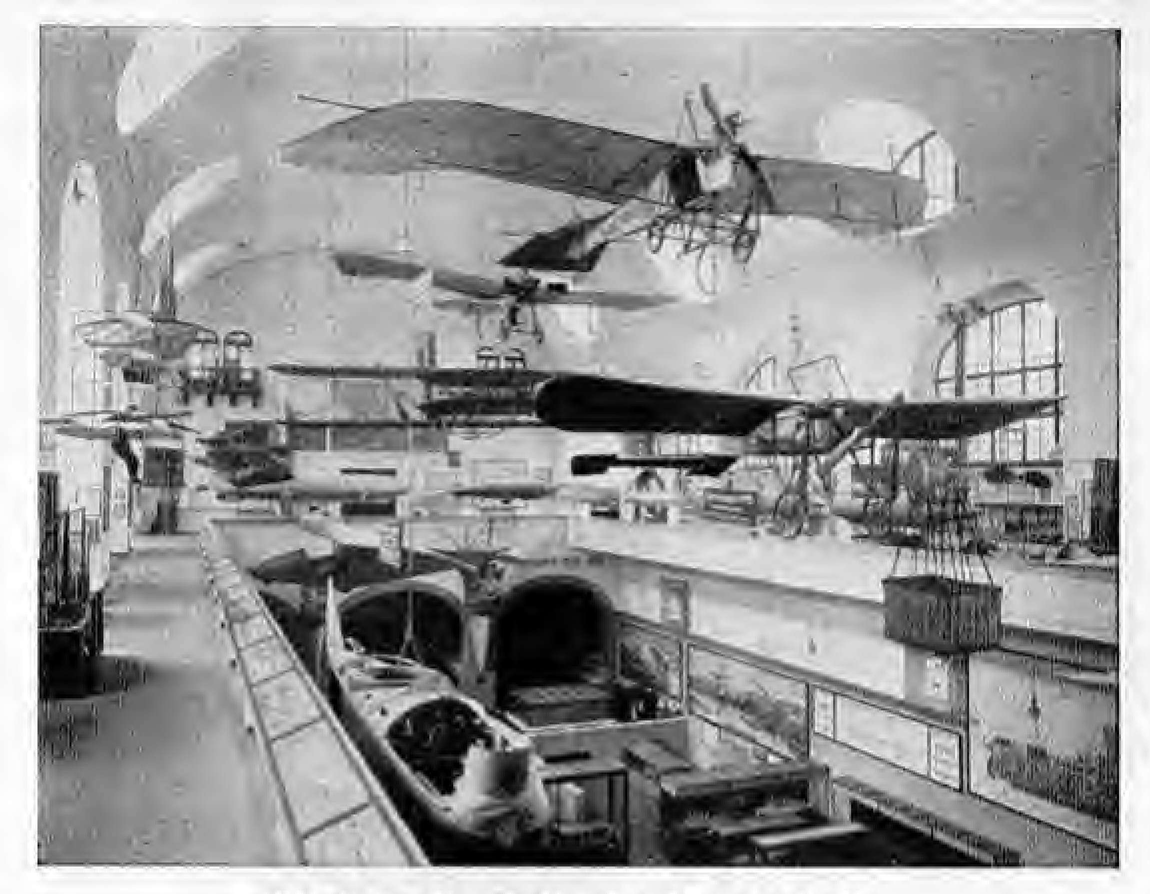
Der in der Mitte stehende, betriebsfähige Modell-Tank für Schleppversuche zeigt die Messung der Schiffswiderstände sowie des Wirkungsgrades von Schiffsschrauben. Wie aus Bildern zu ersehen ist, besitzen die großen Schiffsbau-Versuchsanstalten Schlepptanks von einigen hundert Metern Länge.

Den Abschluß der Gruppe bilden die Antriebsmittel des Schiffes: die Schaufelräder und Schiffsschrauben, wobei die erste Schiffsschraube von Josef Ressel 1829 hervorzuheben ist.

Die jüngste Form des Schiffsantriebs ist der 1931 erstmals verwendete Voith-Schneider-Propeller. Ein betriebsfähiges Modell zeigt, wie durch Verstellung der senkrecht im Wasser kreisenden, schmalen Flügel alle erforderlichen Schiffsmanöver, auch Wenden auf der Stelle, auszuführen sind, ohne daß die Antriebsmaschine ihre Drehrichtung und Drehzahl ändert. Ein Steuerruder ist dabei überflüssig.

Beim Aufgang findet man eine Zusammenstellung der wichtigsten Ankerformen.

Aufwärts über die beiden Treppen zur Flugtechnik



Blick in die Halle der Flugtechnik

FLUGTECHNIK

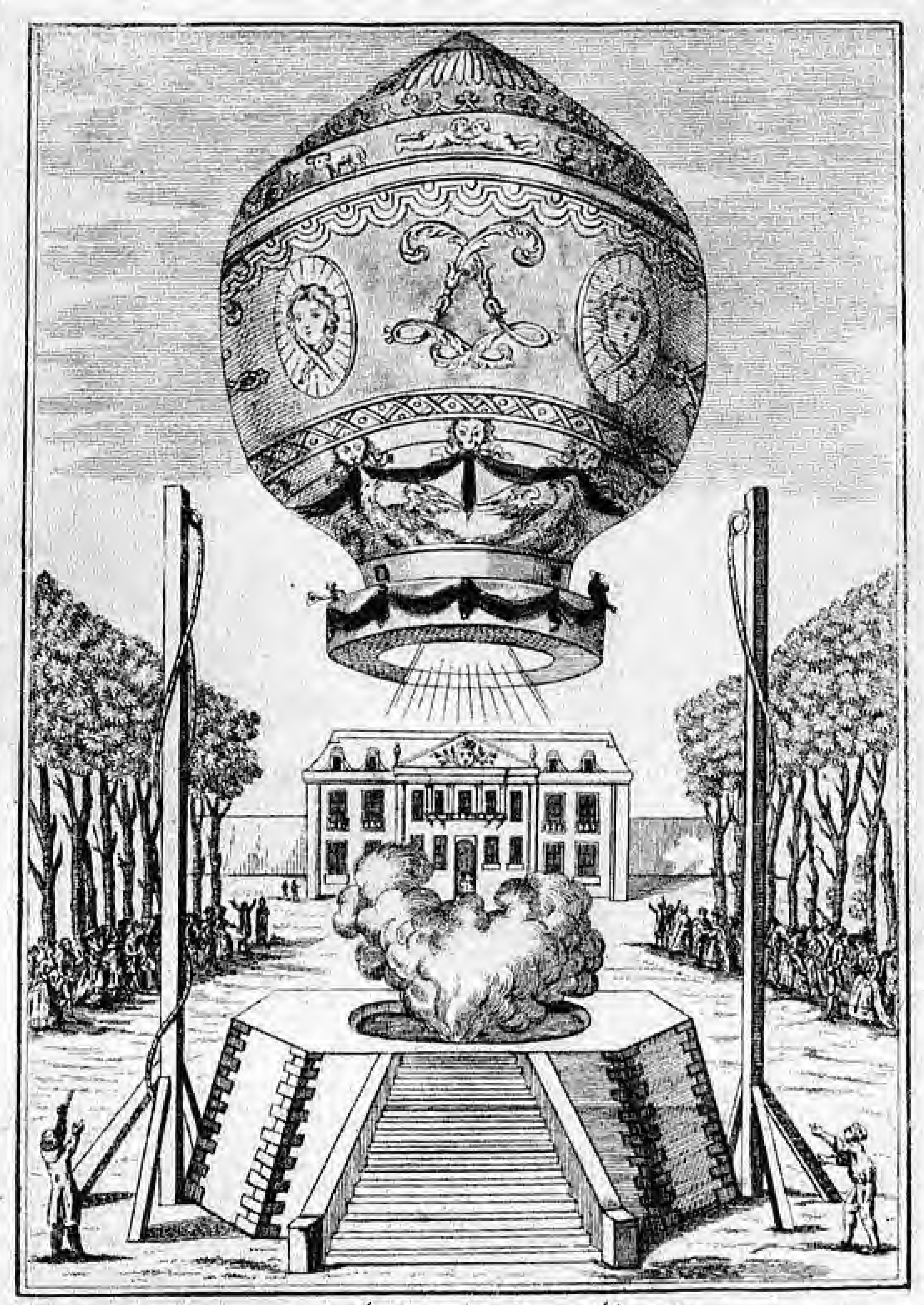
Raum 141: Vorbilder in der Natur

Das Pflanzenreich bietet durch den Flug mancher Samenkörner Beispiele für Fallschirm-, Gleit- und Schrauben-Flieger. Aus dem Tierreich sind Vorbilder zu sehen in den vorweltlichen Flugtieren, den fliegenden Fischen und Reptilien, den fliegenden Säugetieren, wie Fledermäusen und Flugeichhörnchen und den Insekten. An verschiedenen Modellen, u. a. auch an zwei Lebensrädern, sind die einzelnen Flugbewegungen näher zu studieren.

Aufwärts über die Treppe:

Raum 142: Flugwissenschaft

Man kann zwei Arten des technischen Fluges unterscheiden: „Leichter als die Luft“ und „Schwerer als die Luft“. Zur ersten Art gehören Ballone und Luftschiffe, zur zweiten Drachen, Fallschirme und Flugzeuge. Bevor wir uns diesen beiden Gebieten zuwenden, denen je eine Längsgalerie der Halle gewidmet ist, betrachten wir die Grundlagen des Fliegens an Hand der schematischen Wandbilder und der Modell-Versuche.



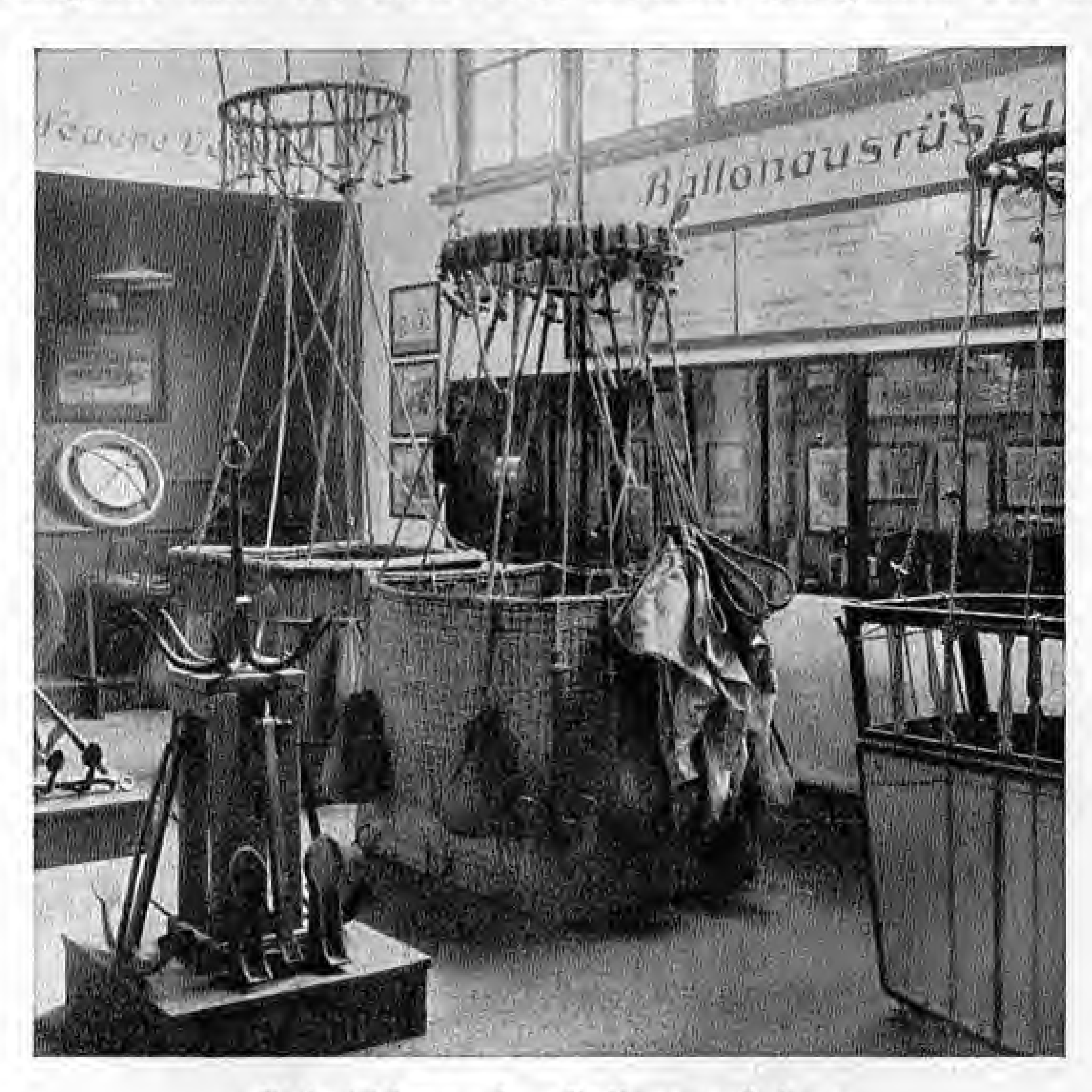
Genaue Abbildung der Aërostatischen Maschine mit welcher Mr. Montgolfier den 21. November A°. 1783. auf dem Schloss Plaz la Muette den ersten Versuch machte. gestochen nach dem Pariser Original.

Warmluftballon von Montgolfier

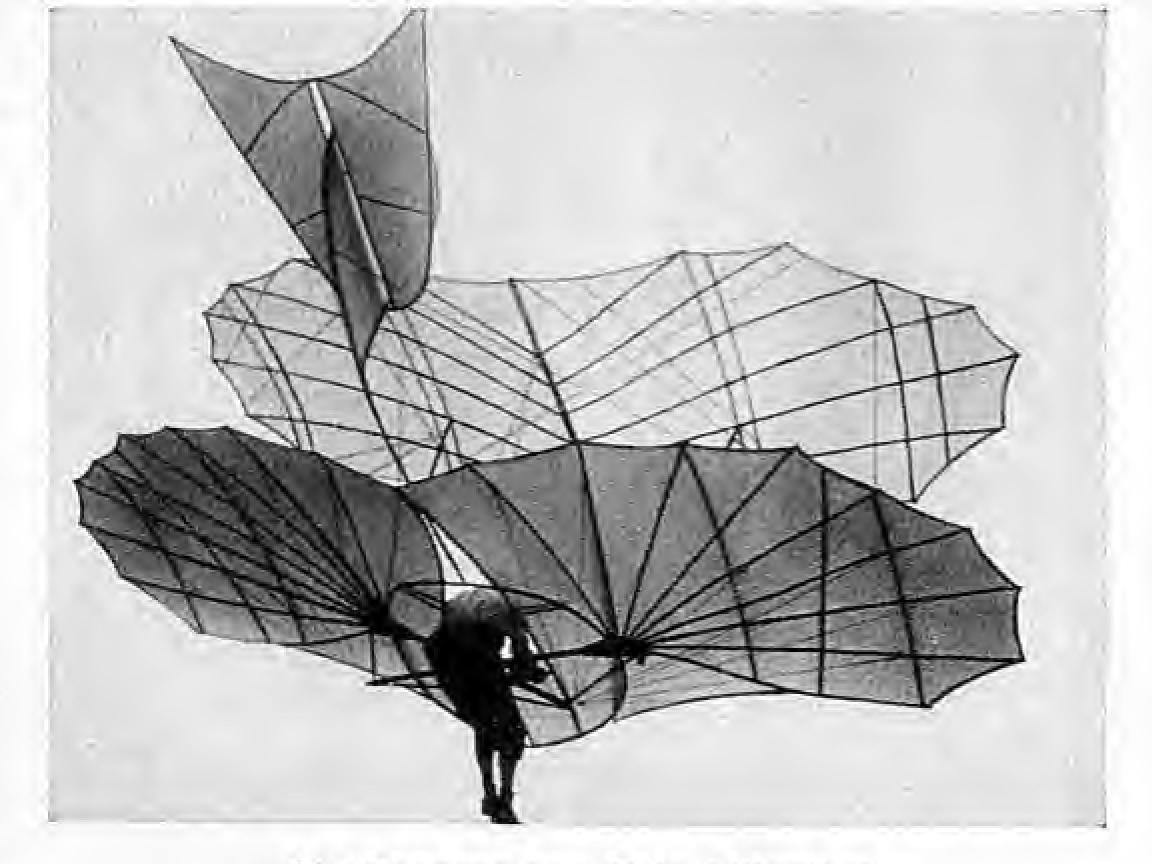
Besonders sei aufmerksam gemacht auf die Messung des Luftwiderstandes von Flugkörpern. In der ersten Zeit wurden die zu prüfenden Modelle mit verschiedener Geschwindigkeit gegen die ruhende Luft bewegt, wie es der aufgestellte Rundlaufapparat zeigt. Heute werden die Messungen umgekehrt durch feste Aufstellung von Flugmodellen und Teilen in einem Luftstrom von bestimmter Stärke ausgeführt. An einer Windkanalanlage kann nachgewiesen werden, daß Körper ganz verschiedener Form und Größe, wie z. B. ein Stäbchen, eine Kugel, eine Scheibe und ein Luftschiffkörper dem Luftstrom gleichen Widerstand entgegensetzen. So läßt sich die Berechtigung und der Vorteil der allgemein in der Flugtechnik und auch auf anderen Gebieten angewandten Stromlinienform überzeugend veranschaulichen.

Raum 143: Ballone

Der erste Ballonaufstieg fand 1783 bei Paris durch die Gebrüder Montgolfier statt. Die nach ihnen benannte Montgolfière war aus



Entwicklung der Ballonausrüstung



Gleitflugzeug von Otto Lilienthal

imprägniertem Seidenstoff hergestellt. Durch ein Strohfeuer unter der Ballonöffnung wurde die Luft erhitzt. Da warme Luft leichter ist als kalte, stieg der Ballon in die Höhe.

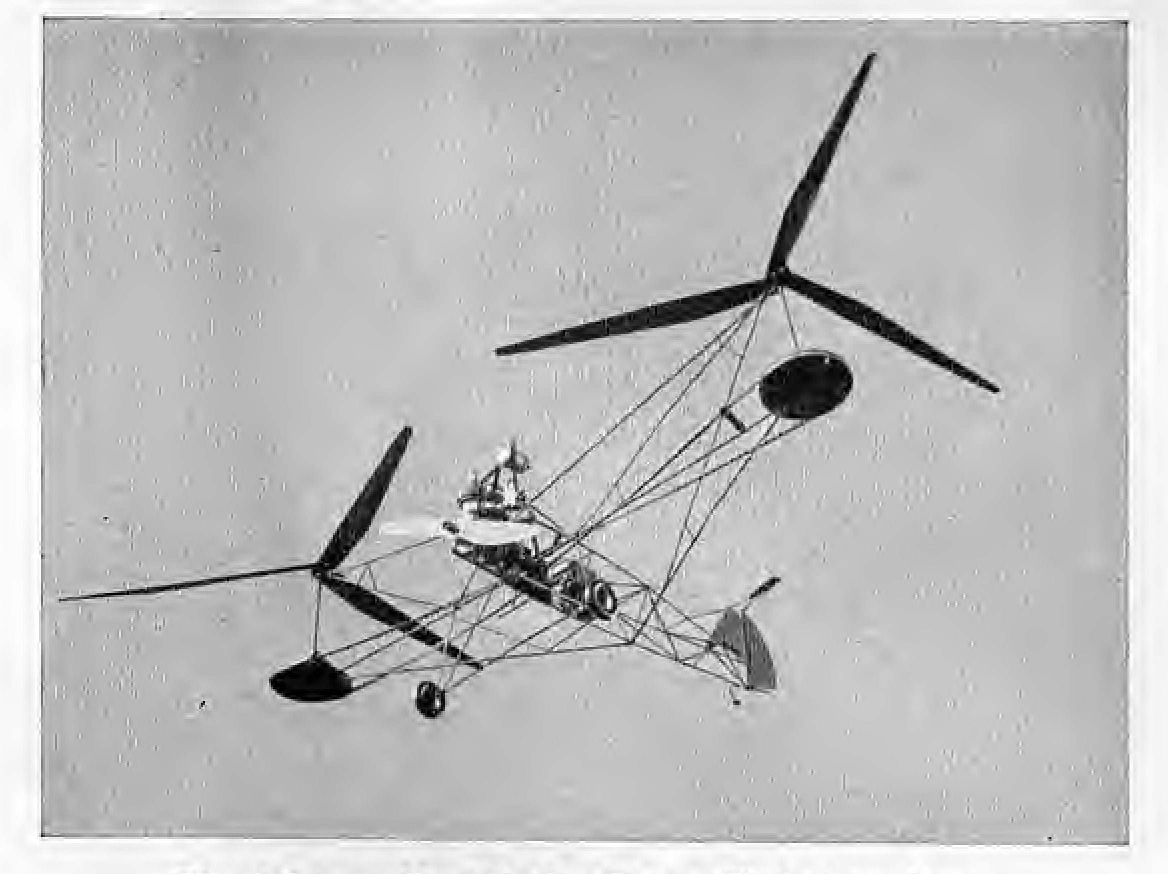
Später wurde das Feuer mit dem Ballon selbst verbunden, indem man einen Korb mit brennendem Holz daran befestigte.

Fast zur gleichen Zeit wurde zur Füllung von Ballonen Wasserstoff verwendet und daneben in geringerem Maße auch Leuchtgas. Das niedrige spezifische Gewicht dieser Gase ergab einen weit größeren Auftrieb. Durch Modelle und Bilder sind die notwendigen Anlagen zur Gaserzeugung veranschaulicht.

Bis zu welchen Höhen man mit den gasgefüllten Ballonen gelangen konnte, zeigt ein Vergleich der historisch wichtigsten Ballonaufstiege von Montgolfier bis Piccard.

Raum 144: Ballonausrüstungen

Außer älteren Gondeln der verschiedensten Formen ist ein Ballonkorb mit allen Einrichtungen aufgestellt, wie er heute noch Verwendung findet. Man sieht daran die Höhenmeßinstrumente, ferner die mit Sand gefüllten Ballastsäcke, die ausgeschüttet werden, wenn ein weiteres Steigen erforderlich ist. Um das Sinken des Ballons zu bewirken, wird mit Hilfe der Ventil-Leine eine tellerförmige Klappe im Scheitel des Ballons einige Zeit geöffnet,



Flugfähiges Modell des Focke-Hubschraubers

wodurch Gas ausströmen kann. Außer der Ventil-Leine findet man bei jedem Ballon die rote Reißleine. Sie hat die Aufgabe, während des Landens einen zugeklebten Schlitz der Ballonhülle aufzureißen, wodurch das gesamte Gas rasch entweicht.

Raum 145: Lenkbare Luftschiffe der unstarren Bauart

Schon sehr früh bestanden Bestrebungen, den Ballon lenkbar zu machen. Aus Bildern und Skizzen sind die ersten Versuche aus der Zeit Montgolfiers ersichtlich. Die Versuche blieben aber erfolglos. Erst als man die Kugelgestalt in eine längliche umwandelte und motorisch getriebene Luftschrauben einbaute, entstand das lenkbare Luftschiff.

Zwei Gattungen bildeten sich im Lauf der Zeit heraus: das unstarre und das starre System. Beim unstarren System ist eine gasgefüllte Ballonhülle ähnlich dem alten Kugelballon, aber in länglicher Form vorhanden; beim starren System ist ein Gerüst aus leichtem Metall oder Holz, in dem sich mehrere kleine Ballonzellen befinden, mit einer Hülle umkleidet.

Als Beispiel für die unstarren Luftschiffe sei das Parseval-Luftschiff herausgegriffen, dessen Originalgondel mit allen Einrichtungen neben weiteren Modellen aufgestellt ist.

Raum 146: Lenkbare Luftschiffe der starren Bauart

Der bekannteste Vertreter des starren Systems ist das Zeppelin-Luftschiff, über dessen Gerüstbau, seine äußere Form und deren Wandlungen eine Reihe von Bildern, Modellen und Originalteilen Aufschluß gibt. Daneben ist die Nachbildung der Führergondel des ersten Zeppelin-Luftschiffes aus dem Jahre 1908 aufgestellt.

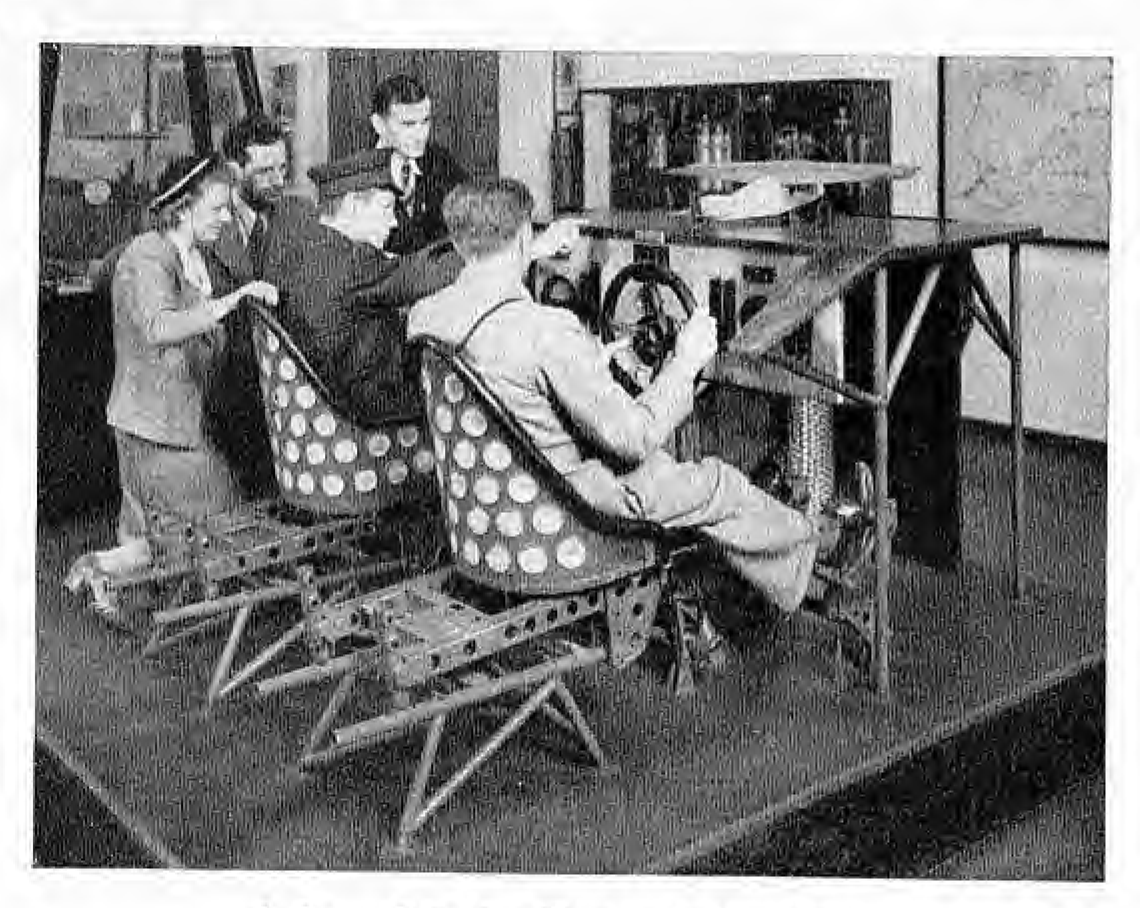
Raum 147: Luftschiffhallen

Außer Dioramen der ersten schwimmenden Zeppelinhalle in Manzell 1900 und der Anlage des Luftschiffbau Zeppelin in Friedrichshafen 1918 ist ein Modell der Gondel des Luftschiffes „Graf Zeppelin" hervorzuheben. Es zeigt die Einrichtung der Navigationsräume sowie der Wirtschafts- und Aufenthaltsräume der Fahrgäste.

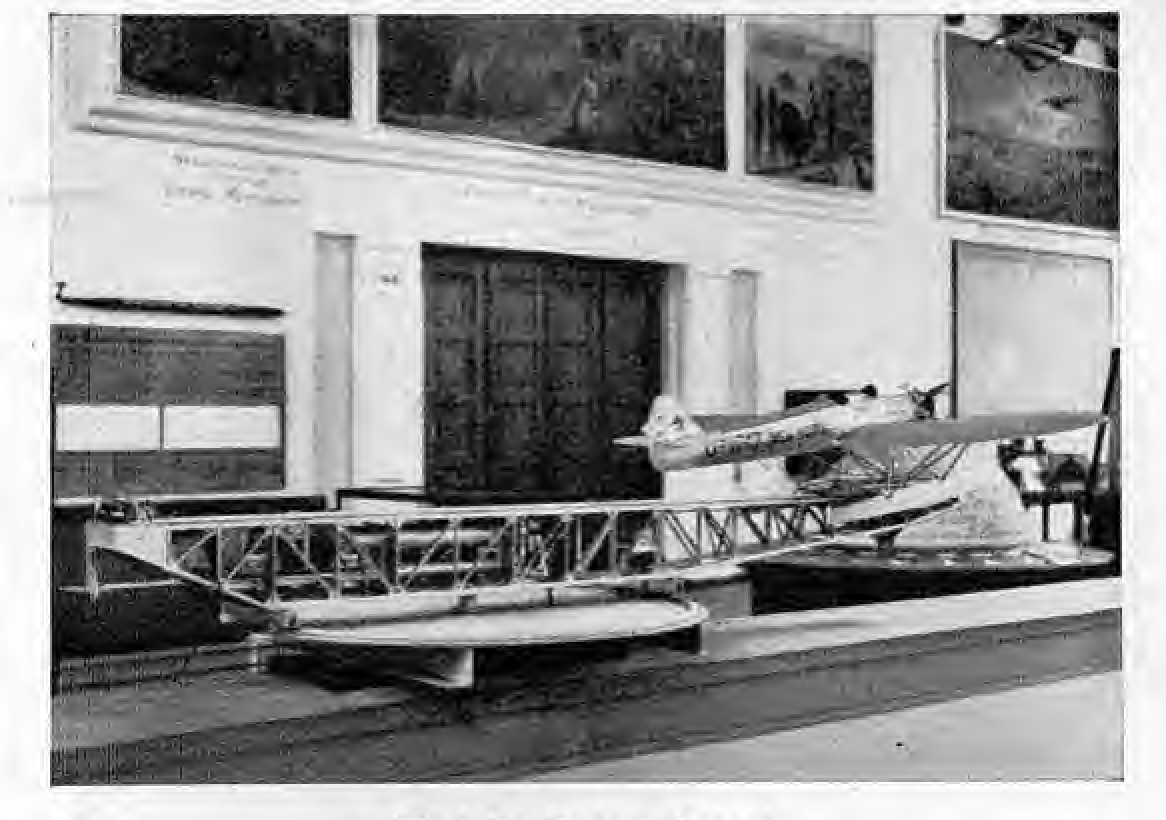
Raum 148: Luftverkehr

Ein dreiteiliges Gemälde von M. Zeno Diemer erinnert an die historisch wichtigsten Fahrten Graf Zeppelins 1908—09: erste Fernfahrt, erste Zielfahrt und erste Dauerfahrt.

In der Mitte der Quergalerie vergegenwärtigt ein Globus die erste Weltfahrt des Luftschiffes „Graf Zeppelin", die 1929 in 12½ Flugtagen durchgeführt wurde.



Lehrmodell der Flugzeugsteuerung



Modell: Katapultstart

Den Luftverkehr mit Flugzeugen bringen neben Karten und Abbildungen zwei Gemälde von Claus Bergen zum Ausdruck: „Flug über die Alpen“ und „Flug über den Ozean“.

Neben den verschiedenen Instrumenten, deren sich die Luftfahrt bedient, sei auch die Echolot-Anlage erwähnt, mit der das Luftfahrzeug auf akustischem Wege seine Höhenlage zu ermitteln vermag.

An einem Lehrmodell kann die Steuerung eines Verkehrsflugzeuges vom Besucher selbst betätigt und studiert werden. Ein weiteres betriebsfähiges Modell veranschaulicht den Start eines Heinkel-Katapultflugzeuges.

Raum 149: Flugplätze

Dioramen zeigen den ersten Flugplatz in Issy les Moulineaux bei Paris 1908 und den Flughafen Berlin-Tempelhof 1926.

Verschiedene Modelle und Bilder von Flugzeugkabinen weisen auf die Entwicklung der Einrichtungen hin, die für den Fluggast geschaffen worden sind.

Raum 150: Fallschirme und Drachen

Die nun folgende Galerie, die sich mit dem Prinzip „Schwerer als die Luft“ befaßt, zeigt zunächst Fallschirme, darunter den

Original-Fallschirm von Käthchen Paulus und verschiedene Drachenarten als Vorläufer des mechanischen Fluges.

Raum 151: Gleit- und Segelflug

Die Versuche mit motorlosen Flugapparaten stellen nicht nur die Grundlage für den Motorflug dar, sondern haben auch das selbständige Gebiet der Segelfliegerei angeregt.

Die wichtigsten Gegenstände dieser Gruppe sind zwei Original-Flugapparate von Otto Lilienthal, von dessen bahnbrechenden Versuchen einige photographische Aufnahmen aus den Jahren 1891—92 die ersten eines fliegenden Menschen, zeugen.

Die Weiterentwicklung des Segelfluges ist durch Modelle und das motorlose Flugzeug „Vampyr" aus dem Jahre 1922 vertreten.

Raum 152: Motorischer Flug

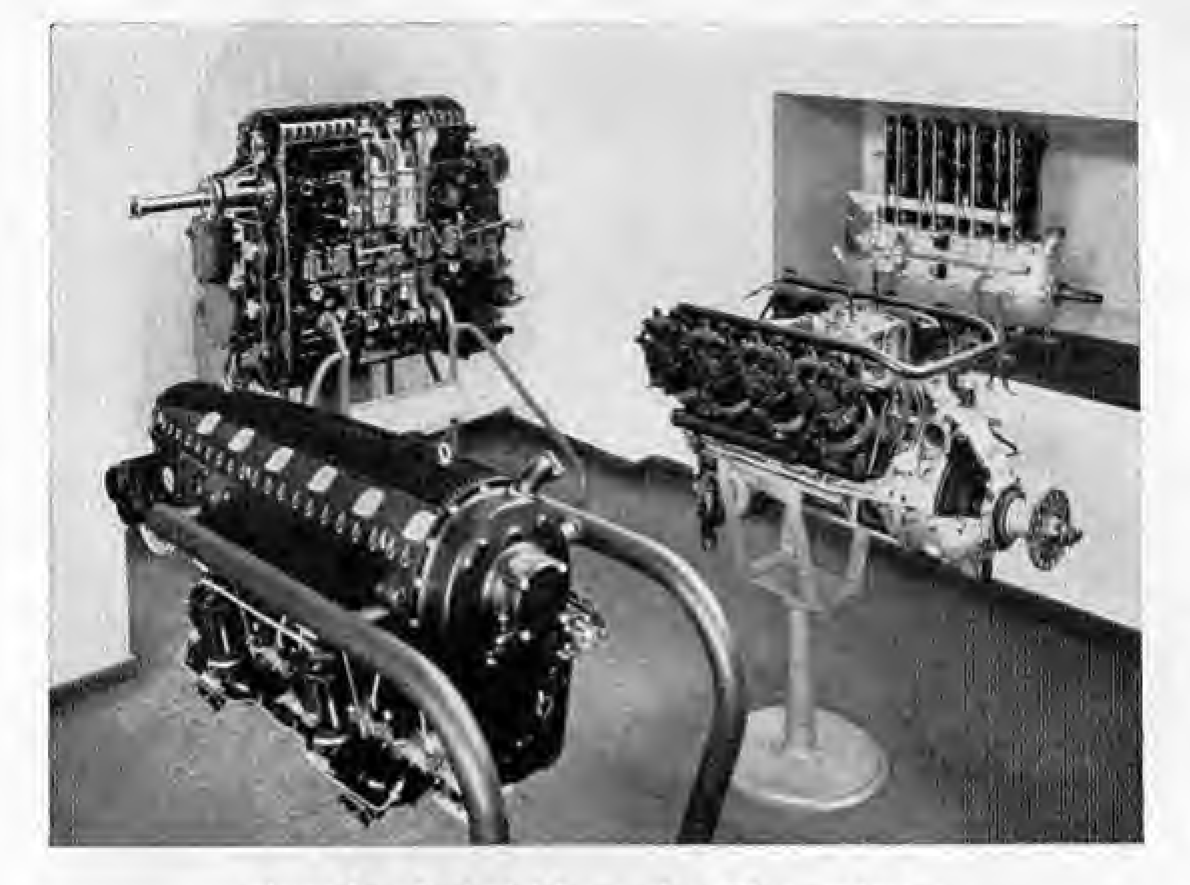
Die gewaltige Entwicklung des Motorfluges wird vor allem durch eine Reihe wichtiger Original-Flugzeuge gekennzeichnet, die in der Mitte der Halle hängen. Als ersten Motorflieger sieht man hier den Wright-Doppeldecker von 1908. Dann folgt der Eindecker „Libelle" von Grade, der 1910 den Lanzpreis gewann, sowie die Etrich-Taube, die 1911 den ersten Flug von München nach Berlin zurücklegte (Kathreinerpreis durch Hellmuth Hirth). Die nächste Flugmaschine, ein Blériot-Eindecker, stellt den Typ des ersten Flugzeuges dar, das den Ärmelkanal 1909 überquerte.

Den Übergang zur neueren Zeit bildet das erste Ganzmetallflugzeug von Junkers 1915, das damals die Bezeichnung „Blechesel" erhielt, und die Klemm-Daimler L 15 aus dem Jahre 1919, die das erste Leichtflugzeug darstellt.

Zahlreiche weitere Modelle und Bauteile zeigen Einzelheiten über die Fortschritte bis zur Gegenwart. Auch verschiedene Entwicklungsstufen von Kampfflugzeugen sind vertreten, unter anderem ein Fokker-Doppeldecker D VII von 1917, sowie das Heinkel-Jagdflugzeug He 112 U, womit Dieterle 1939 den Schnelligkeits-Weltrekord von 746,606 Kilometern in der Stunde an Deutschland brachte. Außerdem sei auf das Modell eines Sturzkampfbombers Ju 87 hingewiesen.

Bemerkenswert ist das Studienmodell eines Hubschraubers von H. Focke. Das freifliegende Modell erreichte 1934 mit seinem 0,7-PS-Zweizylindermotor eine Höhe von 18 Metern.

Schließlich sei noch erwähnt, daß das Original des ersten deutschen Ganzmetall-Verkehrsflugzeuges „Wasserhuhn" von Junkers 1919 und der berühmte Dornier-Wal 1924 im Garten des Museums aufgestellt sind.



Aus der Entwicklung der Flugmotoren

Raum 153: Flugmotoren. Luftschrauben

Der letzte Raum bringt Beispiele von stehenden und umlaufenden Flugmotoren verschiedener Herkunft.

Besonders beachtenswert ist der teilweise geschnittene Junkers-Schwerölmotor Jumo 205 aus dem Jahre 1936. Der Motor wird in langsamer Bewegung gezeigt, wobei die Vorgänge in den Zylindern durch farbige Glühlämpchen erläutert werden.

Abschließend ist kurz die Entwicklung und Herstellungsweise der Propeller gestreift.

Nach Durchqueren des Raumes 142 zum Gang

Raum 154: Gang

Hier ist ein Verstärkerraum eingebaut, der zum Betrieb der Lautsprecher-Anlagen im Museumshof, im Ehrensaal und in der Restauration dient. Täglich werden Darbietungen des Reichssenders München übertragen.

ERSTES OBERGESCHOSS



Ehrenraum mit Goethedenkmal

EHRENSÄLE

Es ist eine der wichtigsten und schönsten Aufgaben des Deutschen Museums, neben der Darstellung und Erklärung der naturwissenschaftlichen und technischen Meisterwerke auch deren Schöpfer zu ehren. Dies geschieht durch viele Bildnisse in den einzelnen Sälen der Sammlungen und in verschiedenen kleineren Ehrenräumen.

Den bahnbrechenden deutschen Naturforschern und Erfindern aber sind die folgenden Ehrensäle gewidmet. In würdiger Weise bewahren sie das Andenken an die hervorragenden Verdienste dieser großen Männer, die durch ihr Leben und Schaffen zum leuchtenden Vorbild für kommende Geschlechter geworden sind.

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE
1749—1832

„Er hat uns gelehrt, die Schöpfungen des Menschengeistes als Bildungselemente in uns aufzunehmen."

ALEXANDER VON HUMBOLDT
1769—1859

„Durch seine weltumspannenden Reisen und Forschungen weitete er den Blick der Menschen. Durch neue naturwissenschaftliche Methoden schuf er die Möglichkeit, Länder und Meere der verschiedenen Erdzonen exakt zu vergleichen, zu verstehen und zu nutzen."

FRIEDRICH DER GROSSE, KÖNIG VON PREUSSEN
1712—1786

„Ebenso bewunderungswürdig in nie ermattender Friedensarbeit wie in unbesieglicher Heldenhaftigkeit. Weite Ödstrecken wurden von ihm in fruchtbares und besiedeltes Gebiet verwandelt. Das Textilgewerbe, Berg- und Hüttenwesen, die Porzellanmanufaktur und viele andere Zweige der nationalen Industrie belebte seine Tatkraft. Schule und Recht, die Grundlagen des geistigen und wirtschaftlichen Lebens, hat er gehoben."

LUDWIG I., KÖNIG VON BAYERN
1786—1868

„Unter den deutschen Fürsten seiner Zeit der werktätige Schirmherr der Kunst und der vorausblickende Förderer wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes. Erzguß, Glasmalerei und künstlerische Vervielfältigungsverfahren hat er neu belebt. Die erste deutsche Eisenbahn und der Donau-Main-Kanal sind verknüpft mit seinem Namen und die wirtschaftliche Einheit Deutschlands hat er mitbegründet. Der Freiheit, Ehre und Größe seines Vaterlandes weihte er Walhalla und Befreiungshalle."

Gemälde:

GOTTFRIED WILHELM VON LEIBNIZ

1646 — 1716

„Der universellste und vielseitigste Gelehrte der deutschen Nation, der Schöpfer der Analysis des Unendlichen, bahnbrechend auf vielen Gebieten der Naturkunde und Volkswirtschaft, verdienstvoll als Staatsmann und Historiker, Philosoph und Poet, unermüdlich tätig für die Organisation wissenschaftlicher Arbeit, für die Verbreitung gemeinnütziger Kenntnisse."

OTTO VON GUERICKE

1602 — 1686

„Der deutsche Begründer der experimentellen Wissenschaften. Luftpumpe und Elektrisiermaschine haben seinen Namen berühmt gemacht; mit ihnen hat er weite Gebiete physikalischer Erkenntnis erschlossen, wesentliche Grundlagen der Maschinentechnik geschaffen."

KARL FRIEDRICH GAUSS

1777 — 1855

„Sein Geist drang in die tiefsten Geheimnisse der Zahl, des Raumes und der Natur. Er maß den Lauf der Gestirne, die Gestalt und die Kräfte der Erde. Die Entwicklung der mathematischen Wissenschaften eines kommenden Jahrhunderts trug er in sich."

JOSEPH VON FRAUNHOFER

1787 — 1826

„Seinem Auge haben sich neue Gesetze vom Licht erschlossen, nähergerückt sind uns die Sterne durch die Meisterwerke seiner Hand."

GEORG VON REICHENBACH

1771 — 1826

„Mit weittragenden Ideen eilte er seiner Zeit voraus. Seine Schöpfungen kennzeichnet die geniale Kraft der Erfindung ebenso, wie die Meisterschaft der Ausführung. Die Meßkunst der Erde und des Himmels verdankt ihnen bedeutsame Fortschritte, der deutsche Maschinenbau seine ersten ruhmreichen Erfolge."

Rundreliefs in Terrakotta:

ALBERTUS MAGNUS

1193 — 1280

„Der Doctor universalis des 13. Jahrhunderts, auf dem Boden der aristotelischen Philosophie das Wissen seiner Zeit in Physik, Chemie, Botanik zusammenfassend."

MARTIN BEHAIM

1459 — 1506

„Der um Geographie und Nautik hochverdiente Freund des Kolumbus."

GEORG AGRICOLA

1494 — 1555

„Georg Agricola, hervorragend als Naturforscher und Arzt, wurde zum Künder der großen Leistungen der deutschen Technik, zum hervorragenden Forscher und Darsteller des mittelalterlichen Berg- und Hüttenwesens"

ATHANASIUS KIRCHER

1602 — 1680

„Ein ungewöhnlich vielseitiger, scharfsinniger Gelehrter, ein eifriger, geistreicher Sammler, der durch seine umfassenden Schriften, im besonderen über Magnetismus und Optik wie durch die Gründung des Museo Kirchereano in Rom viel zur Verbreitung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse seiner Zeit beigetragen hat."

Büsten:

JOHANN GUTENBERG

gestorben 1468

„Er gab der Welt durch Erfindung der beweglichen Gußlettern die Buchdruckerkunst, die mächtigste Vertreterin und Erhalterin geistiger Arbeit."

JOHANN FRIEDRICH BÖTTGER

1682—1719

„Es gelang ihm, gestützt auf die Versuche von Walther von Tschirnhausen, als erstem, das Porzellan fabrikmäßig herzustellen."

JOHANN KUNCKEL

1630—1703

„Seine ausgedehnten Versuche zur Herstellung und Färbung von Gläsern haben der Glasschmelzkunst neue Bahnen gezeigt und sie zu hoher Vollkommenheit entwickelt."

GEORG SIMON OHM

1789—1854

„Durch seine Versuche erschloß er uns die Gesetze der elektrischen Stromstärke und Stromverzweigung, durch mathematische Überlegung die Natur des Klanges und der Töne. Ihm zu Ehren nennt die Nachwelt eine der drei elektrischen Grundeinheiten ‚ein Ohm'."

PHILIPP REIS

1834—1874

„Es gelang ihm, Töne und die menschliche Stimme durch den von ihm erfundenen und Telephon genannten Apparat fernhin zu übertragen."

RUDOLF CLAUSIUS

1822—1888

„Er hat aus den beiden Hauptsätzen der Wärmelehre die mechanische Wärmetheorie entwickelt und mit ihr die Grundlage für die Anwendung der Wärmelehre auf wissenschaftliche und technische Fragen geschaffen. Mit der Aufstellung der kinetischen Theorie der Gase hat er der Physik eine neue Bahn geöffnet."

FRIEDRICH WILHELM HARKORT

1793—1880

„In begeisterndem Glauben an Deutschlands industrielle Zukunft wurde er zum großen Erzieher des Volkes zur Technik, der unermüdlich ohne Rücksicht auf persönliche Vorteile neue Maschinen und Arbeitsverfahren verbreitete und in Wort und Schrift für den technischen Fortschritt auf allen Gebieten sich einsetzte."

Marmor-Reliefs:

WERNER VON SIEMENS

1816—1892

„Ein Gelehrter und ein Techniker zugleich, hat er, der ersten einer, mit erfindungsreichem Geist den elektrischen Strom der Menschheit dienstbar gemacht."

ALFRED KRUPP

1812—1887

„Er hat mit eiserner Ausdauer, flammender Kühnheit und gestaltender Geisteskraft aus der Hütte des Kleinschmiedes heraus die Stahlindustrie zu ihren höchsten Leistungen geführt, zu Deutschlands Ehr und Wehr."

AUGUST BORSIG

1804—1854

„Unter kraftvoller Zusammenfassung noch unentwickelter vaterländischer Kräfte und Hilfsmittel gelang ihm der Bau des Dampfwagens in einer Vollendung, welche dem jungen deutschen Maschinenbau zu siegreichem Wettlauf Vorbild und Ansporn wurde."

FERDINAND SCHICHAU

1814—1896

„Ein Führer deutscher Maschinen- und Schiffbaukunst, hat er im industriearmen Osten den ersten eisernen Seedampfer erbaut und seine Werften zu den höchsten schiffbaulichen Leistungen entwickelt."

Hermen:

ROBERT MAYER

1814 — 1878

„Das Gesetz von der Erhaltung der Energie mit seinen mannigfachen Beziehungen hat er erkannt und ausgesprochen. Den Arbeitswert der Wärme hat er zuerst gefunden."

HERMANN VON HELMHOLTZ

1821 — 1894

„Er faßte in strengem Ausdruck das Gesetz der Wechselwirkung aller Kräfte der Natur. Licht- und Tonempfindung erforschte er als Arzt, als Physiologe, als Physiker und Künstler. Mit dem Blick des Mathematikers und Philosophen drang sein universeller Geist zu den Grundlagen menschlicher Erkenntnis."

HEINRICH HERTZ

1857—1894

„Mit seinen ‚Strahlen elektrischer Kraft' hat er die elektromagnetische Natur des Lichtes erwiesen und den Weg zur drahtlosen Telegraphie gebahnt."

WILHELM CONRAD RÖNTGEN

1845 — 1923

„Die nach ihm benannten Strahlen zeigen dem Arzt das Innere des lebenden Körpers, dem Ingenieur das Innere seiner Werkstoffe, dem Forscher gaben sie Kunde vom inneren Aufbau der Atome."

Terrakotta-Plaketten:

AUGUST NIKOLAUS OTTO

1832 — 1891

EUGEN LANGEN

1833 — 1895

„Diesen großen Erfindern und hervorragenden Ingenieuren verdankt die Welt die ersten ausschlaggebenden Fortschritte auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschinen. In gemeinsamer Arbeit wurden von ihnen die Grundlagen gelegt zu der gewaltigen industriellen Anwendung der Explosionskraftmaschinen, die uns zum Automobil und Flugzeug führten."

RUDOLF DIESEL

1858—1913

„Er schuf gemeinsam mit der Maschinenfabrik Augsburg und den Werken Fried. Krupp in den Jahren 1893—1897 den Dieselmotor. Der Motor, welcher in aller Welt Diesel-Motor genannt wird, arbeitet mit Selbstzündung des eingespritzten Brennstoffes und übertrifft durch hohe Verdichtung der Verbrennungsluft alle anderen Wärmekraftmaschinen an thermischer Wirtschaftlichkeit."

Das Deckengemälde

geschaffen von Julius Diez, versinnbildlicht Wissenschaft und Technik, vom Fortschritt geführt. Die Umrahmung zeigt die zwölf Bilder des Tierkreises und die Planetenzeichen.

Raum 157: Kleiner Ehrensaal

Gemälde:

NIKOLAUS KOPERNIKUS

1473—1543

„Das kopernikanische Weltsystem stellte die das All erleuchtende Sonne in die Mitte der sie umkreisenden Planeten."

JOHANNES KEPLER

1571—1630

„Phantasie und genialer Blick, Kraft und Ausdauer der Rechnung haben ihm die Gesetze der Planetenbewegung erschlossen."

JUSTUS VON LIEBIG

1803—1873

„Bahnbrechend und neugestaltend auf dem Gebiete der organischen Chemie und ihrer Anwendung auf die Lebenserscheinungen der Pflanzen und Tiere und im besonderen in ihrer Anwendung auf die Landwirtschaft. Er schuf das chemische Unterrichtslaboratorium als eine Lehrstätte der Forschung und trug durch seine Schriften chemische Anschauungen in weiteste Kreise."

ROBERT BUNSEN

1811 — 1899

„Ein Meister im Ersinnen experimenteller Methoden und deren Anwendung auf wissenschaftliche und technische Probleme der Physik und Chemie; im Bunde mit Kirchhoff der Begründer der Spektralanalyse, durch welche die chemische Beschaffenheit der Himmelskörper dem Auge sich erschließt."

FRIEDRICH WÖHLER

1800—1882

„Ein Meister des Versuchs und der Lehre, dem die Welt das Aluminium verdankt. Durch die synthetische Darstellung des Harnstoffes leitete er die glänzende Entwicklung deutscher Forschung auf dem Gebiete der Organischen Chemie ein."

GUSTAV KIRCHHOFF

1824 — 1887

„Er entdeckte das Hauptgesetz der Wärmestrahlung und gründete darauf die Methode der Spektralanalyse. Ihm verdanken wir die ‚Kirchhoffschen Gesetze' über die Verteilung elektrischer Ströme in einem System linearer Leiter."

Büsten:

MAX VON PETTENKOFER

1818 — 1901

„Der Begründer der Hygiene als Wissenschaft. Indem er Wasser, Luft und Boden mit exakten Methoden untersuchte, den Gang der Volksseuchen studierte und die Gesetze der menschlichen Ernährung erforschte, hat er für die Gesundhaltung der Städte und des ganzen Volkes Großes geleistet."

ROBERT KOCH

1843 — 1910

„Der Schöpfer der Bakteriologie, Entdecker des Tuberkelbazillus und des Cholera-Erregers. Er hat in strenger Folgerichtigkeit die Wege zur wirksamen Bekämpfung verheerender Volksseuchen gewiesen."

Plaketten:

ALOIS SENEFELDER
1771 — 1834

„Ihm glückte es, durch die Erfindung des Steindruckes den toten Stein in den Dienst der Verbreitung von Kunst und Wissenschaft zu stellen."

FERDINAND GRAF VON ZEPPELIN
1838 — 1917

„Zäher Wille, Opfermut und Tatkraft haben ihn zum Erfolg geführt. Sein starres lenkbares Luftschiff eröffnete den Luftverkehr und wies damit der Technik neue große Ziele."

OTTO LILIENTHAL
1848 — 1896

„Begründer der Flugtechnik, deren Grundlagen er mit scharfem Geist und kühner Tat unter Einsetzung seines Lebens erforschte."

Die Pultschränke

enthalten eine Auswahl naturwissenschaftlich-technischer Denkmünzen und eine wechselnde Ausstellung aus der Handschriften- und Urkundensammlung der Museums-Bibliothek.



Deckengemälde im Ehrensaal



Astronomische Kunstuhr

ZEITMESSUNG

Raum 158: Zeitbestimmung

Die ältesten Uhren waren Sonnenuhren, die durch den Schatten eines Stabes oder einer Kante den Stand der Sonne und damit die Zeit anzeigten. Da die Sonnenuhren nur während des Tages und bei unbewölktem Himmel gebraucht werden können, ergänzte man sie durch Sand-, Wasser- und Öluhren, bei denen das Ablaufen von Sand oder Wasser oder auch der Ölverbrauch einer Lampe gemessen wird.

Um die Zeitangaben des Kalenders mechanisch anzuzeigen, baut man Kalenderuhren. Besondere Beachtung verdient das Modell einer griechischen Kalenderuhr von Ktesibius 200 v. Chr. Die aus den Augen der Figur rechts tropfenden Tränen werden in einem Gefäß im Sockel der Uhr gesammelt. Mit dem höher steigenden Wasserspiegel wird eine zweite Figur mit Zeigestab vor dem zylinderförmigen Zifferblatt gehoben und gibt so die Stunden an. Nach Ablauf eines Tages fließt das angesammelte Wasser ab, wodurch



Schwarzwälder Uhrmacher-Werkstätte

es die Trommel um einen Grad dreht. Eine kleine Schlange zeigt dabei das Datum an.

Eine neuzeitliche Kalenderuhr aus dem Beginn unseres Jahrhunderts steht in der Mitte des Raumes. An ihr kann man etwa 20 verschiedene Angaben ablesen. Neben der Ortszeit für die wichtigsten Städte der Erde findet man das Datum, die Mondphasen, Auf- und Untergang der Sonne, Planetenstellungen und vieles andere.

Für astronomische Zwecke werden besondere Uhren gebaut, die durch eigene Ausgleichsvorrichtungen ihrer Pendel hohe Genauigkeit besitzen. Die Abweichungen einer solchen unter Luftabschluß laufenden Uhr betragen im Tag höchstens $^1/_{100}$ Sekunde.

Raum 159: Entwicklung der Uhrwerke

Wir sehen die Entwicklungsstufen der Turmuhren, der Zimmeruhren und der Taschenuhren, wobei Gewichtsantrieb und Federantrieb zu unterscheiden ist.

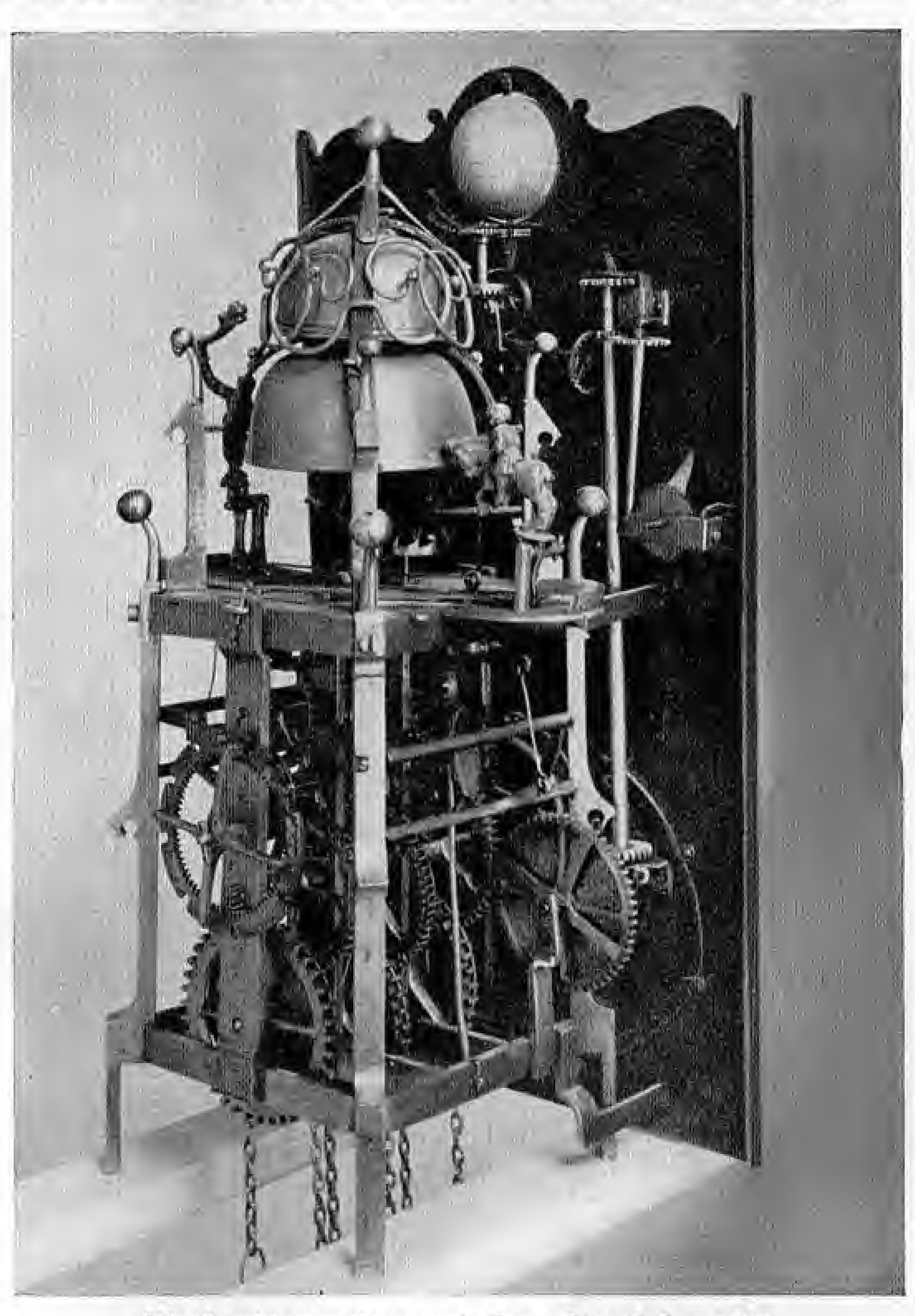
Die Wirkungsweise der Hemmung, die den Ablauf des Werkes zu regeln hat, ist an einigen Lehrmodellen zu beobachten.

In neuerer Zeit werden auch elektrische Stromstöße zum Antrieb von Uhren verwendet, besonders wenn es sich um mehrere von einer Hauptuhr gesteuerte Nebenuhren handelt.

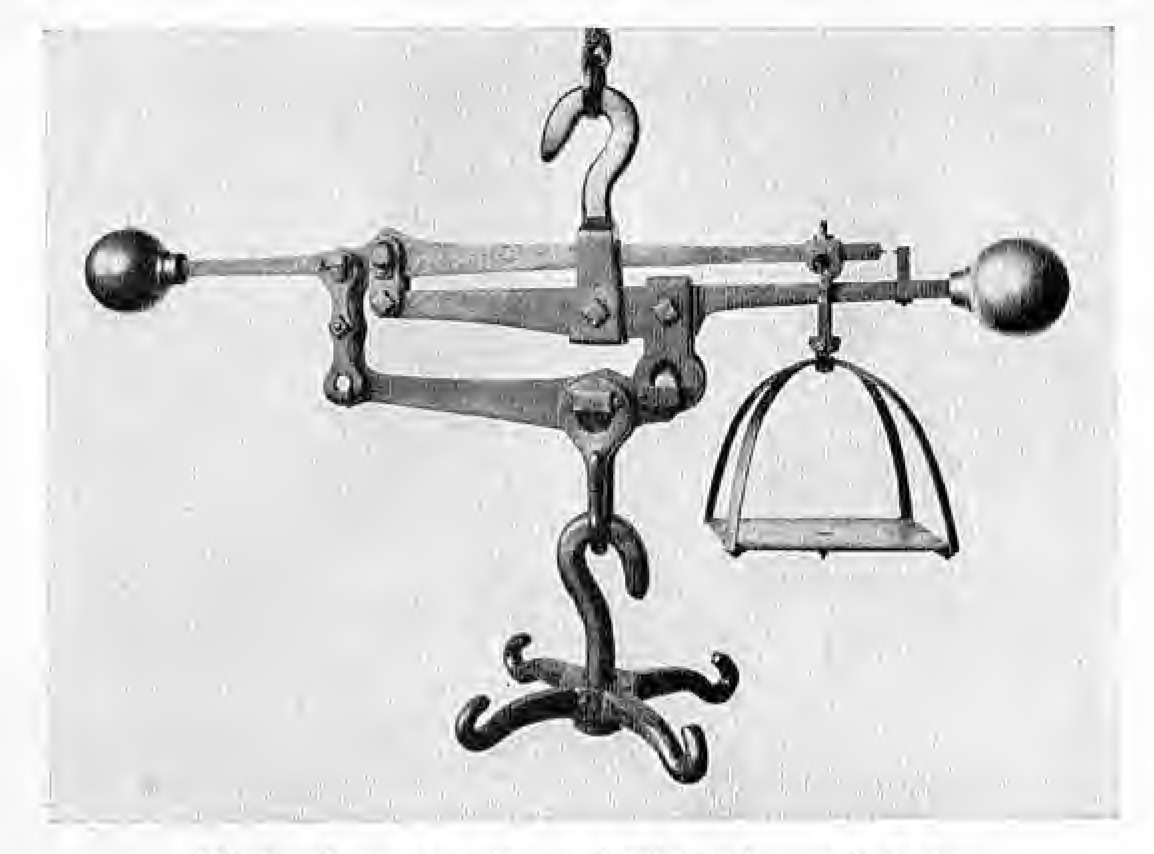
Raum 160: Herstellung der Uhren

Einer Schwarzwälder Uhrmacherwerkstätte mit allen Einrichtungen aus dem 18. Jahrhundert ist die neuzeitliche Uhrenfabrikation mit Maschinenbetrieb gegenübergestellt, bei der z. B. die Anfertigung eines Weckers nur wenige Minuten erfordert.

Zurück über Raum 159 zur Raum- und Gewichtsmessung.



Werk einer astronomischen Standuhr 1592



Dezimalwaage mit zwei Übersetzungshebeln

RAUM- UND GEWICHTSMESSUNG

Raum 161: Längen- und Hohlmaße. Gewichte und Waagen

Wir sehen die Entwicklung der Längenmaße von den natürlichen Einheiten, wie Fuß, Schuh, Elle, Klafter usw. bis zum heutigen Urmeter. Ebenso ist der Hohlmaße durch eine Sammlung älterer und neuerer Maßeinheiten gedacht. Bemerkenswert ein Tisch mit österreichischen Normalmaßen aus der Zeit der Maria Theresia.

Neben prähistorischen Steingewichten findet man Gewichte aus Bronze, Eisen, Blei, auch aus Glas und Porzellan, später Einsatzgewichte und Gewichtssätze und als Abschluß das Urkilogramm aus Platin-Iridium.

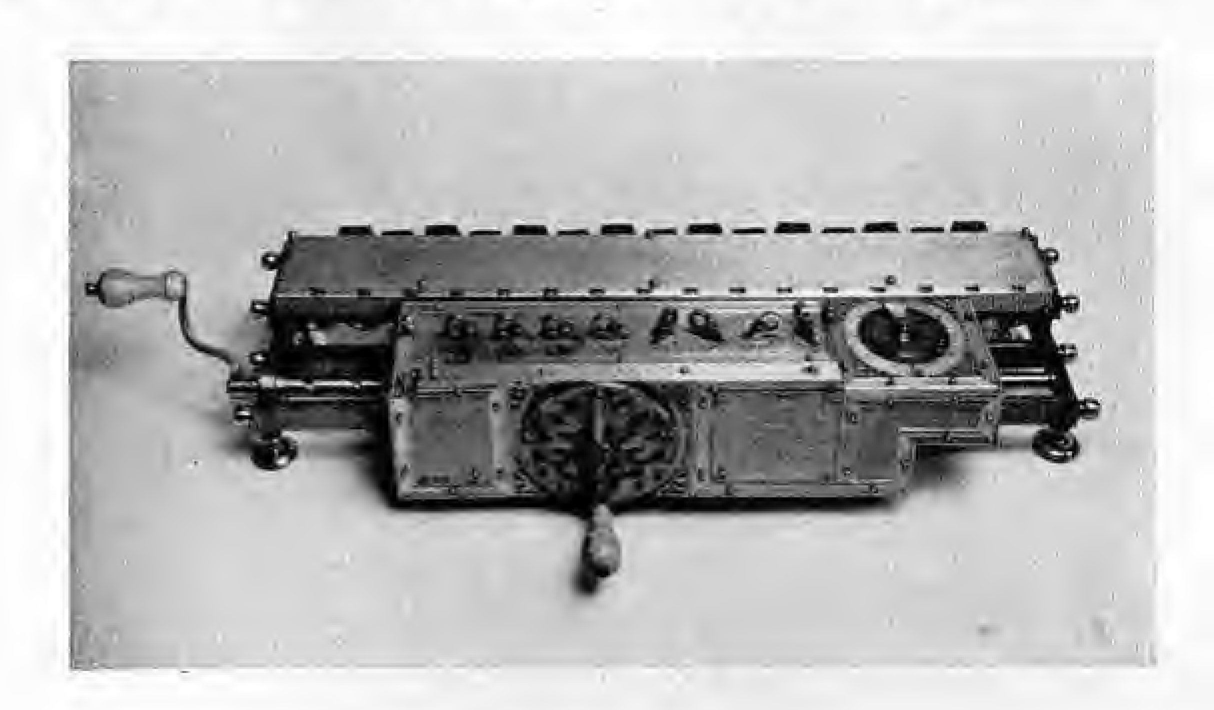
Die Entwicklung der Waagen zeigt die Anwendung des Hebelprinzips seit ältester Zeit. Man sieht ein- und zweiarmige Waagen, Gold- und Münzwaagen. Die Dezimalwaage ermöglicht durch eine Hebelübersetzung mit geringen Gewichten schwere Lasten zu wiegen. Ein Schrank enthält Präzisionswaagen, womit Bruchteile von Milligrammen genau ermittelt werden können.

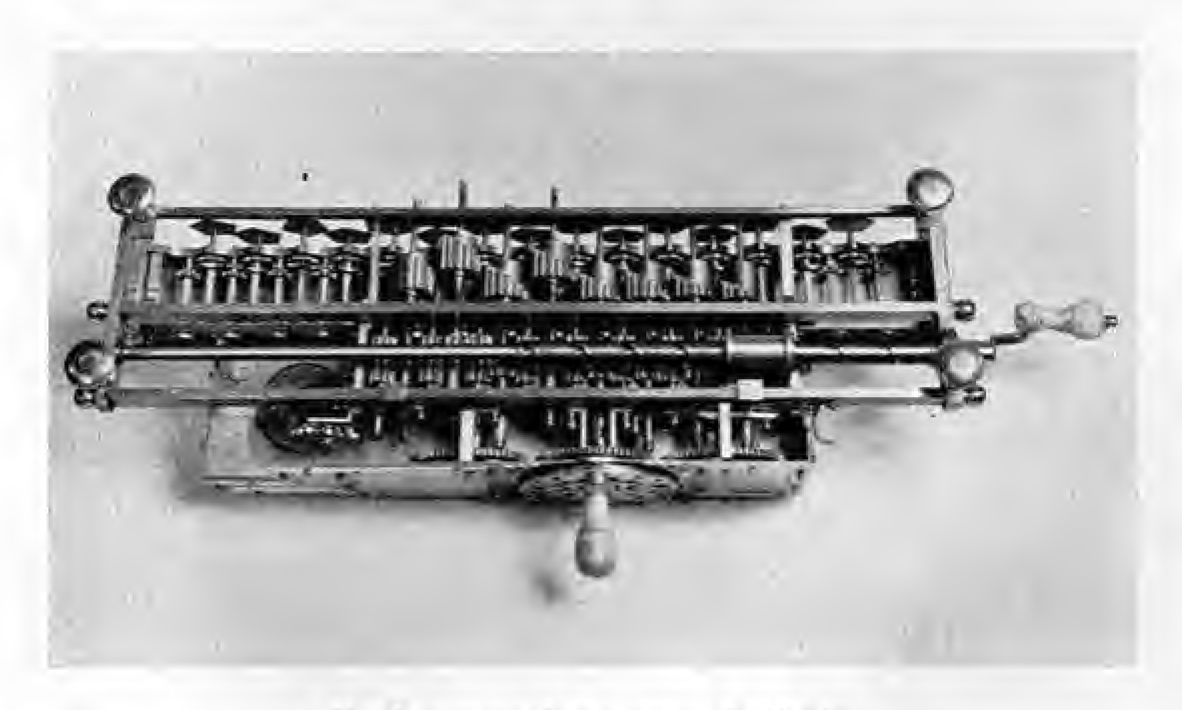
Zum Bestimmen des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten verwendet man Dichtigkeitsmesser (Aräometer), die durch ihre Eintauchtiefe das Ergebnis unmittelbar ablesen lassen.

MATHEMATIK

Raum 162a: Rechen-Einrichtungen

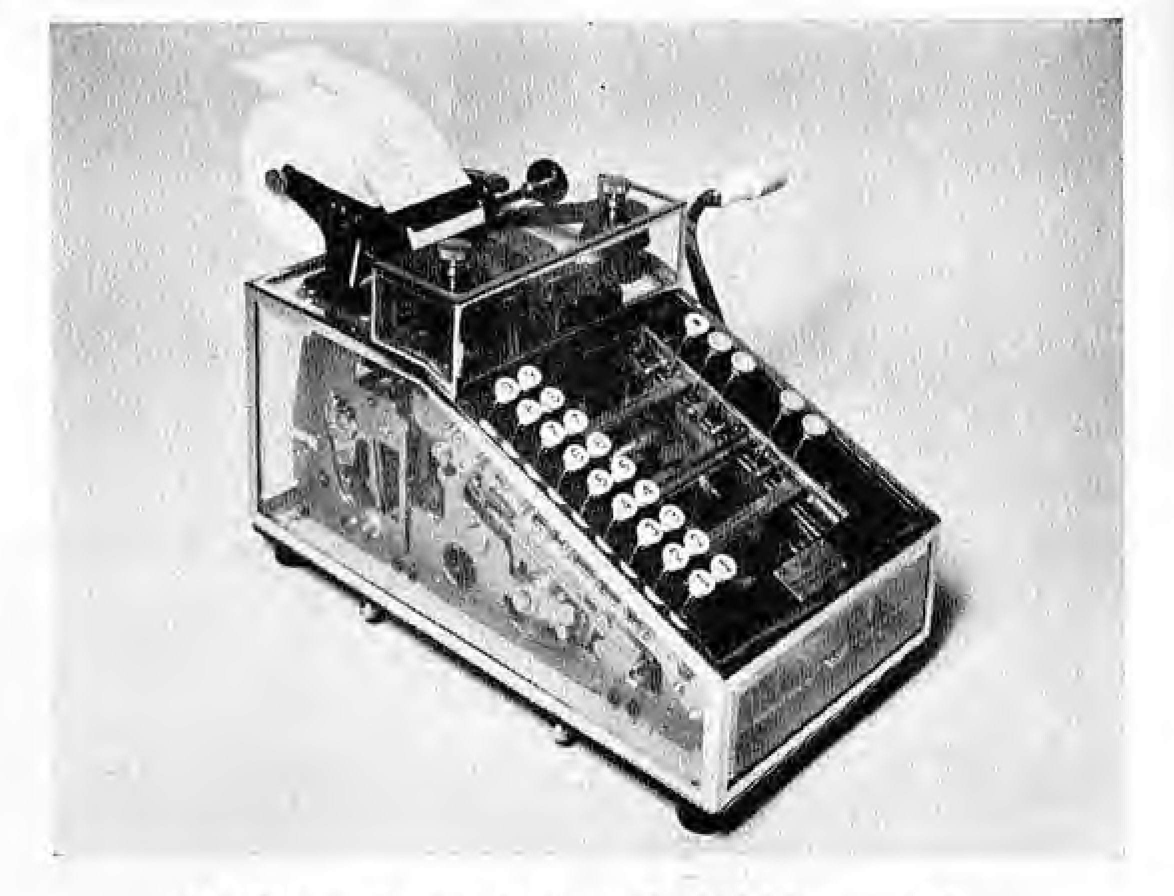
Die Sammlung führt von Rechenbrettern und -stäben zu mechanischen Rechenapparaten, worunter besonders die ersten Rechenmaschinen von Leibniz, Pascal und Hahn zu nennen sind.





Rechenmaschine von Leibniz.

Die Ansicht von unten zeigt die Verwendung der Staffelwalzen



Vorführungsmodell einer Pult-Addiermaschine

Daneben sehen wir die logarithmischen Rechenschieber in Stab-, Scheiben- und Trommelform, sowie die zur Bestimmung des Flächeninhalts unregelmäßiger Gebilde dienenden Planimeter.

Zum besseren Verständnis der Einzelvorgänge sind auf dem Mitteltisch besondere Lehrmodelle dieser Geräte aufgestellt.

Raum 162b: Geometrie

An Tafeln und Modellen ist die Entwicklung der darstellenden Geometrie und des technischen Zeichnens erläutert. Die Zeichengeräte, wie Zirkel, Reißfedern, Storchschnäbel usw. sind durch vielerlei alte und neue Ausführungsformen vertreten.

Die Gesetze der Perspektive und deren praktische Anwendungen in der Malerei und für Theaterzwecke sind durch Beispiele anschaulich gemacht.

Besonders fesselt das perspektivische Deckengemälde. Stellt man sich auf die im Boden eingelassene Messingplatte, so glaubt man eine räumliche Galerie zu sehen. Einige Schritte nach der Seite lassen die Täuschung sofort erkennen.



„Theatrum sacrum" Pozzo 1685

PHYSIK

Die lebendige Darstellungsweise des Deutschen Museums tritt in den folgenden Sälen besonders deutlich hervor: an Hunderten von Einrichtungen, die der Besucher zum größten Teil selbst bedienen kann, lassen sich die Grundversuche der Experimentalphysik praktisch vorführen.



Magdeburger Halbkugeln, Pumpenstiefel und Luftpumpe Otto von Guerickes



Vorführungen auf der Drehscheibe

MECHANIK

Raum 163: Mechanik der festen Körper

Als Einführungsbild fällt zunächst das große Gemälde von W. Räuber auf, das ein besonders großzügig angelegtes Experiment über die Wirkung des Luftdrucks zeigt: die berühmte Vorführung der Magdeburger Halbkugeln durch Otto von Guericke im Jahre 1657. Nach dem Leerpumpen der aneinandergelegten Halbkugeln waren 16 Pferde nicht imstande, die vom äußeren Luftdruck zusammengehaltenen Hohlkörper zu trennen.

Anschauliche Einzelversuche über das Hebelgesetz, die schiefe Ebene, das Kräfteparallelogramm, die Gesetze des Falles, des Pendels, der Zentrifugalkraft usw. erläutern die Grundlagen der Mechanik.

In der Kinematik, der Lehre der mechanischen Kraftübertragung, sind die Anwendungen dieser Gesetze für den Maschinenbau zusammengefaßt.

Dabei ist auch der erfolglosen Versuche zum Bau eines „Perpetuum mobile" gedacht.

Bemerkenswert neben einigen Versuchen über die Kreiselwirkung ein Modell des Frahmschen Schlingertanks, der das seitliche Schwanken eines Schiffes durch entsprechend mitschwingende Wassermassen dämpft.

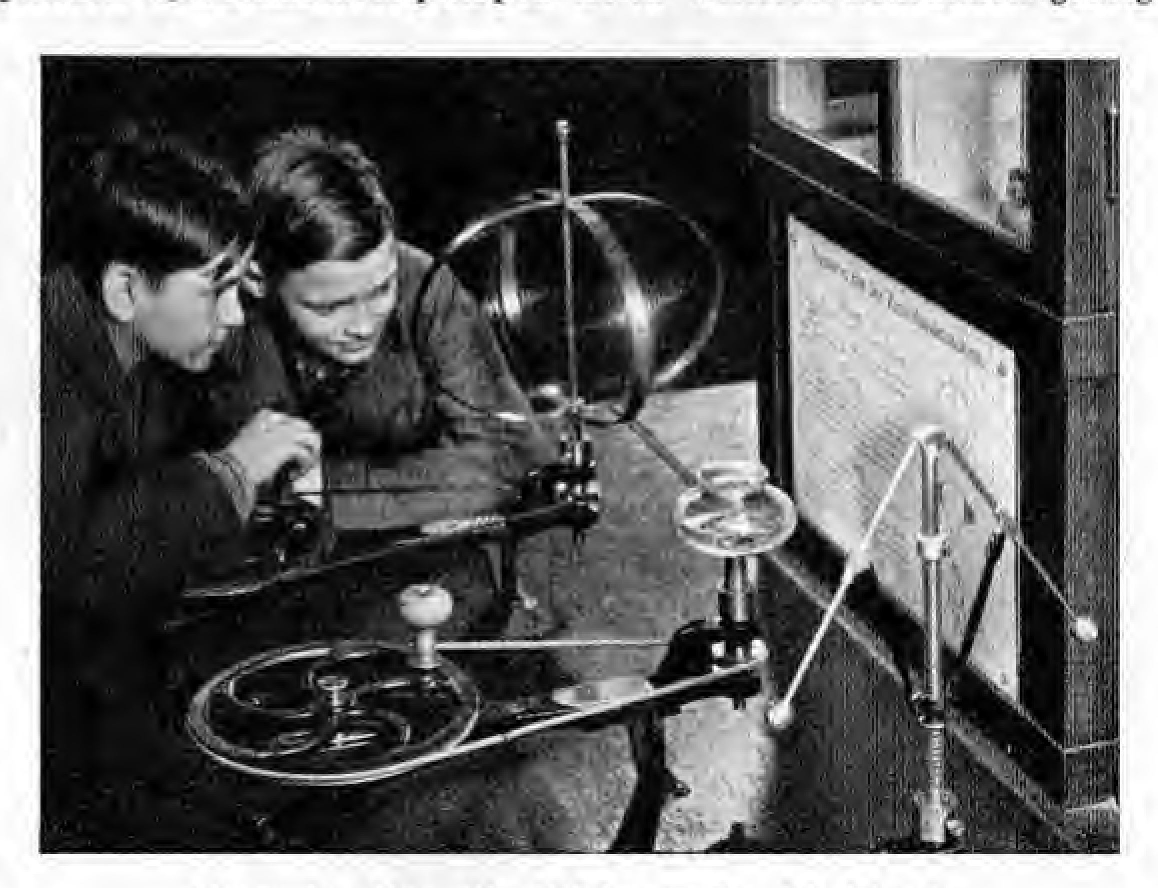
Raum 164: Mechanik der Flüssigkeiten und Gase

Mehrere Versuche zeigen die Grundgesetze der Hydrostatik und Hydrodynamik, sowie ihre praktischen Anwendungen z. B. bei der hydraulischen Presse oder bei Wasserrädern.

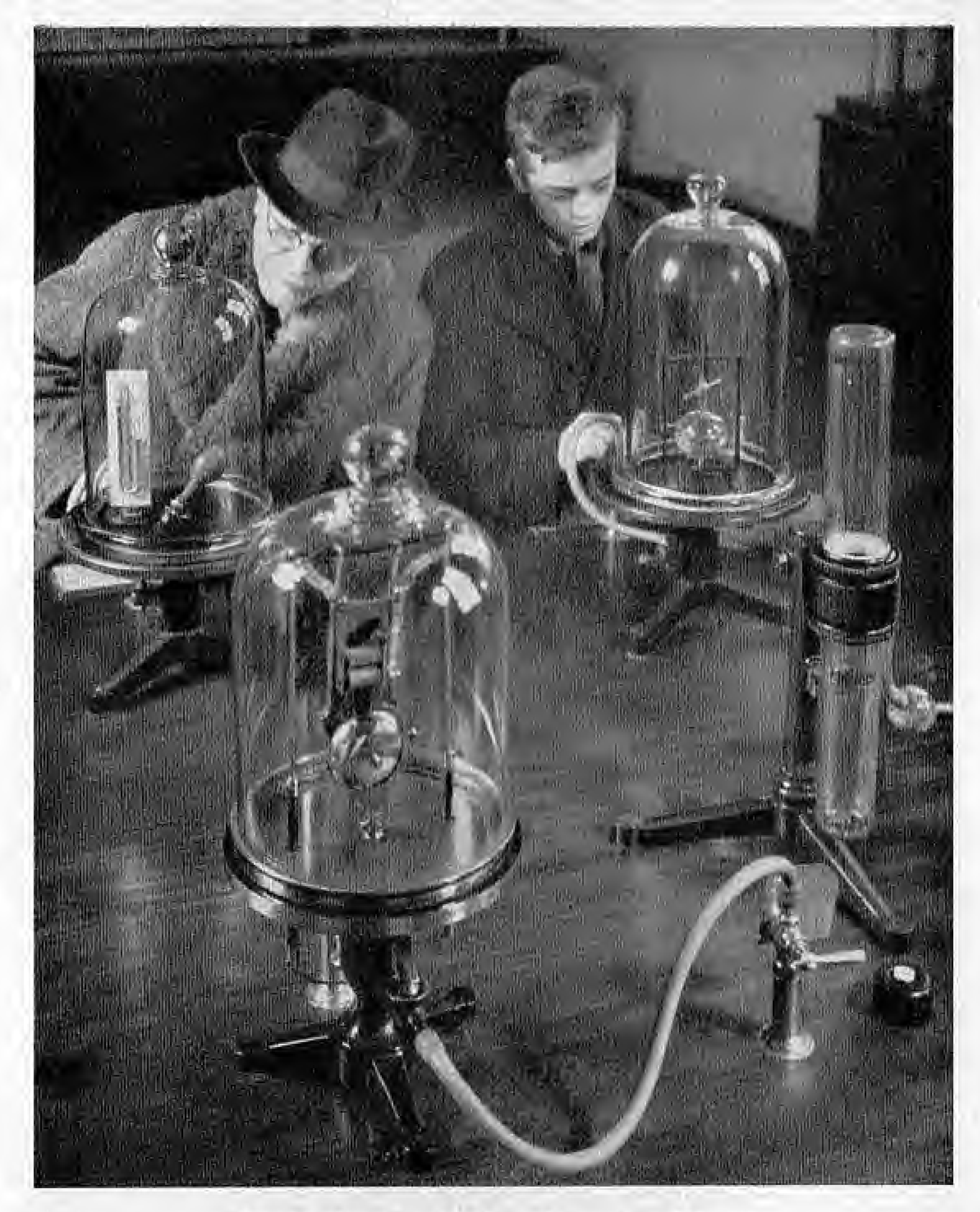
Besonders anschaulich wird das Archimedische Prinzip durch den „Versuch mit der Krone" gemacht. Archimedes sollte feststellen, ob die Krone des Königs Hiero von Syrakus aus reinem Gold bestünde. Er befestigte sie an dem einen Arm einer Hebelwaage, ein gleichschweres Stück reinen Goldes an dem anderen. Während sich in der Luft die Waage im Gleichgewicht befand, sank beim Eintauchen in Wasser das Goldstück tiefer ein. Die Krone war also spezifisch leichter, d. h. nicht aus reinem Gold.

Das Gebiet der Mechanik der Gase wird eingeleitet durch die im Mittelschrank verwahrten Originalapparate Otto von Guerickes: Luftpumpe, Magdeburger Halbkugeln und Pumpenstiefel.

Die fortschreitende Entwicklung der Kolbenluftpumpen und der späteren Quecksilberluftpumpen ist in weiteren Schränken gezeigt.



Versuche über die Wirkung der Fliehkraft



Versuche im luftverdünnten Raum

Ein eigener Experimentiertisch führt die Erscheinungen im luftverdünnten Raum vor: Manometer, Baroskop, Fallröhre, Schallleitung, Quecksilberregen, Gummiblase, Rückstoßrad, Eisbildung usw. Hier kann auch der Versuch mit den Magdeburger Halbkugeln im kleinen nachgeprüft werden.

Die Messung des Luftdrucks durch das Quecksilberbarometer geht zurück auf den Versuch von Torricelli 1643: Eine etwa 80 Zentimeter lange einseitig verschlossene mit Quecksilber gefüllte Glasröhre wird in einen Quecksilbernapf gestülpt. Dabei sinkt das Quecksilber entsprechend dem äußeren Luftdruck.

Als Abschluß sehen wir einige Vorführungen aus der Aerodynamik: den Flettner-Rotor, der auf den Entdeckungen von Magnus 1852 beruht, ferner den auf schrägem Luftstrahl tanzenden Ball und die durch ausströmende Luft zwischen zwei Platten erzielte Saugwirkung (aerodynamisches Paradoxon).

Raum 165: Wellenlehre

An zwei Pendelpaaren und verschiedenen Wellenmaschinen wird zuerst der Mechanismus der Längs- und Querwellen und ihrer Fortpflanzung erläutert.

Zur Vorführung der stehenden Wellen in festen Körpern dient der Fadenschwingungsapparat nach Melde und der einseitig eingeklemmte Eisenstab. Stehende Wellen in Flüssigkeiten zeigt eine Wellenwanne mit senkrecht bewegbarem Schwimmer, stehende Wellen in Gasen vor allem eine Röhre mit kleinen Flämmchen, die bei Ertönen einer Pfeife deutlich Schwingungsknoten und -bäuche erkennen lassen.

Um auch die Überlagerung zweier senkrecht aufeinander stehenden Schwingungen zu studieren, sind drei Doppelpendel nach Airy vorhanden, mit denen die Schwingungen durch Sand aufgezeichnet werden können.

Eine wichtige Rolle spielt in der Wellenlehre die Resonanz, worunter man das tempogleiche Mitschwingen verschiedener Körper versteht. Sie ist an Pendelschwingungen, Schall-, Licht- und elektrischen Schwingungen gezeigt.

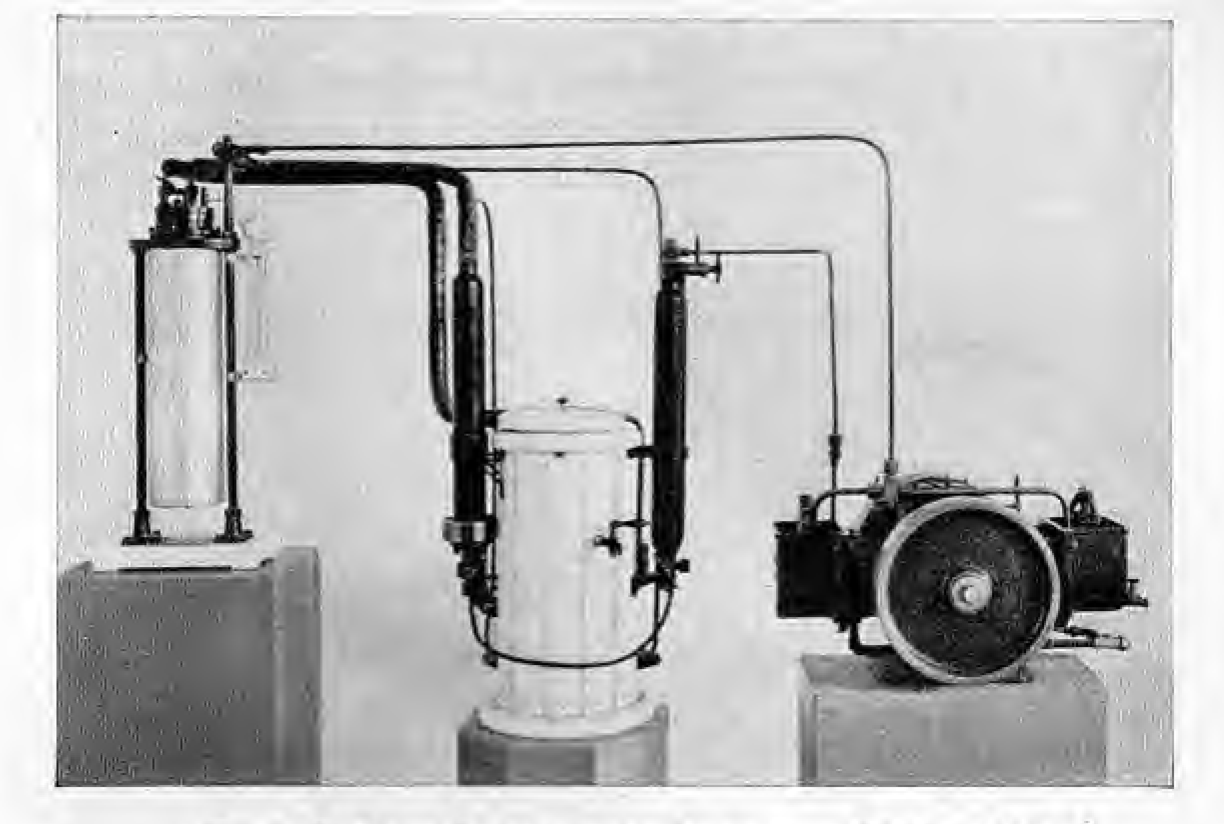
Den Abschluß bilden verschiedene Grundversuche über Zurückwerfung (Reflexion), Brechung (Refraktion), Durchkreuzung (Interferenz) und Einebnung (Polarisation) von Wellen.

Erwähnt sei hier noch die Atlas-Echolot-Anlage, womit auf akustischem Weg durch unhörbare Ultraschallwellen vom Schiff aus die Meerestiefe genau bestimmt werden kann.

WÄRMELEHRE

Raum 166: Wärme und Energie-Umwandlung

Zuerst werden die Arten der Temperaturmessung durch Versuche gezeigt: feste, flüssige und gasförmige Körper dehnen sich bei Erwärmung aus, wobei der Grad der Ausdehnung ein Maß für die Temperatur bildet. Außerdem kann die Farbe und Helligkeit glühender Körper oder die verschiedene Leitfähigkeit für elektrischen Strom zur Temperaturmessung verwendet werden. Anschließend ist eine vollständige Entwicklungsreihe der Thermometer gegeben.



Erste Luftverflüssigungsanlage von Linde 1895

Während Thermometer zur Messung der Temperatur dienen, werden die Wärmemengen mit Kalorimetern gemessen. Dies sind gut isolierte Gefäße, in denen die Wärmeabgabe der zu untersuchenden Körper genau gemessen werden kann.

Im gleichen Saal sind die Apparate zur Kälte-Erzeugung aufgestellt. Hier steht im Mittelpunkt die Originalmaschine von Carl von Linde zur Verflüssigung der Luft, womit es 1895 zum erstenmal gelang, Luft durch Entspannung im Gegenstrom-Verfahren so stark abzukühlen, daß sie tropfbar flüssig wurde.

Daß bei der Entspannung von Gasen Kälte erzeugt wird, kann man durch einen einfachen Versuch zeigen: Es wird flüssige Kohlensäure von Zimmertemperatur, die sich unter hohem Druck in einer Stahlflasche befindet, durch rasches Entspannen in festen Kohlensäure-Schnee verwandelt. Feste Kohlensäure, die als „Trockeneis" zu Kühlzwecken verwendet wird, hat eine Temperatur von 79 Grad Celsius unter Null.

Einige Versuche mit flüssiger Luft beweisen, daß bei deren tiefer Temperatur (etwa 190 Grad Celsius unter Null) elastische Körper sofort spröd und flüssige fest werden So läßt sich ein Gummischlauch in Splitter zerschlagen und Quecksilber durch Hämmern formen.

Der gegenüberliegende Teil des Raumes ist der Erforschung der Energiegesetze gewidmet und zeigt die Beziehungen zwischen Wärme und Arbeit. Ein Modell erläutert die Umwandlung von

Arbeit in Wärme durch den berühmten Rumford'schen Kanonenbohr-Versuch. Durch die Reibung des Bohrers an der Kanone wurde Wärme erzeugt, die das Wasser in einem an der Bohrstelle angebrachten Gefäß in 2½ Stunden zum Kochen zu bringen vermochte.

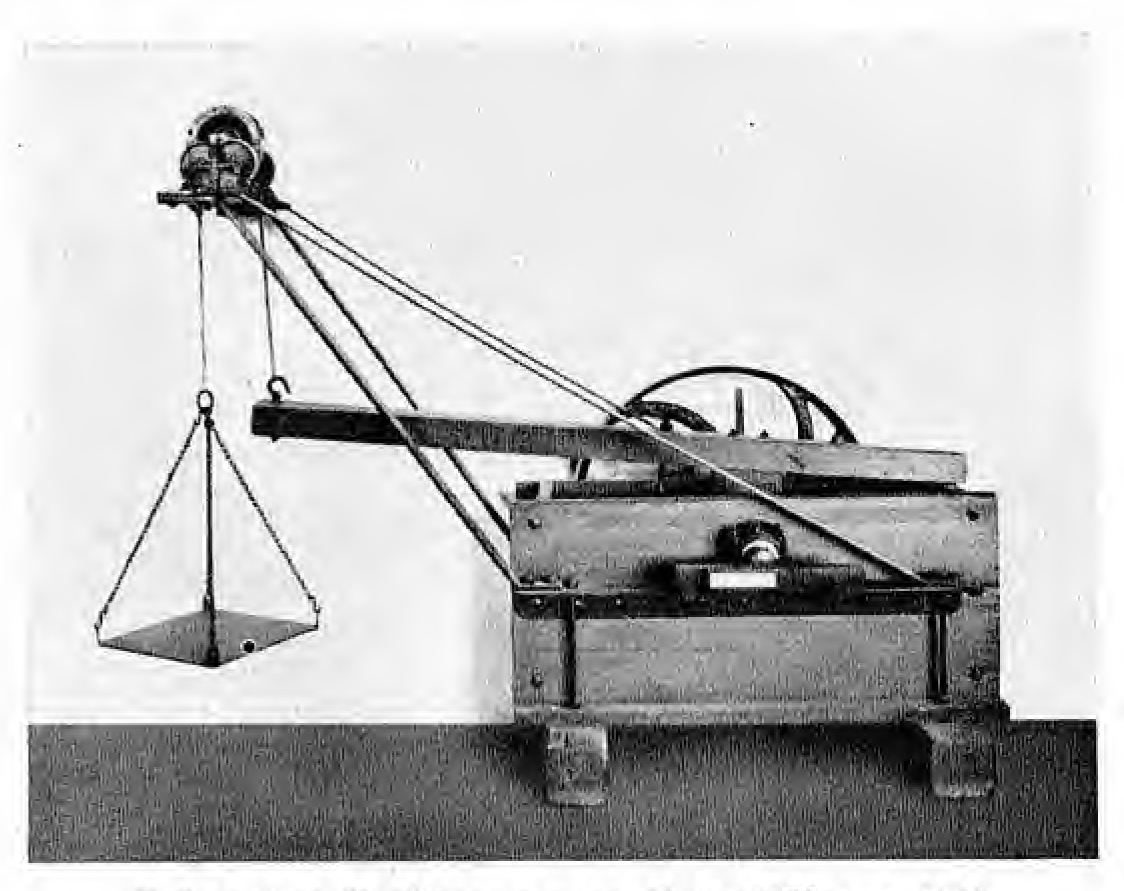
Die einzelnen Arten der Energieumwandlung können an verschiedenen Demonstrationen vorgeführt werden.

In der Saalmitte steht das von Zeiss nach Angaben von G. Joos gebaute Interferometer, womit 1930 der Michelson-Versuch mit zehnfacher Genauigkeit unter Anwendung photographischer Aufzeichnung wiederholt wurde. Der Versuch ergab, daß die Erdbewegung keinen Einfluß auf die Lichtausbreitung hat.

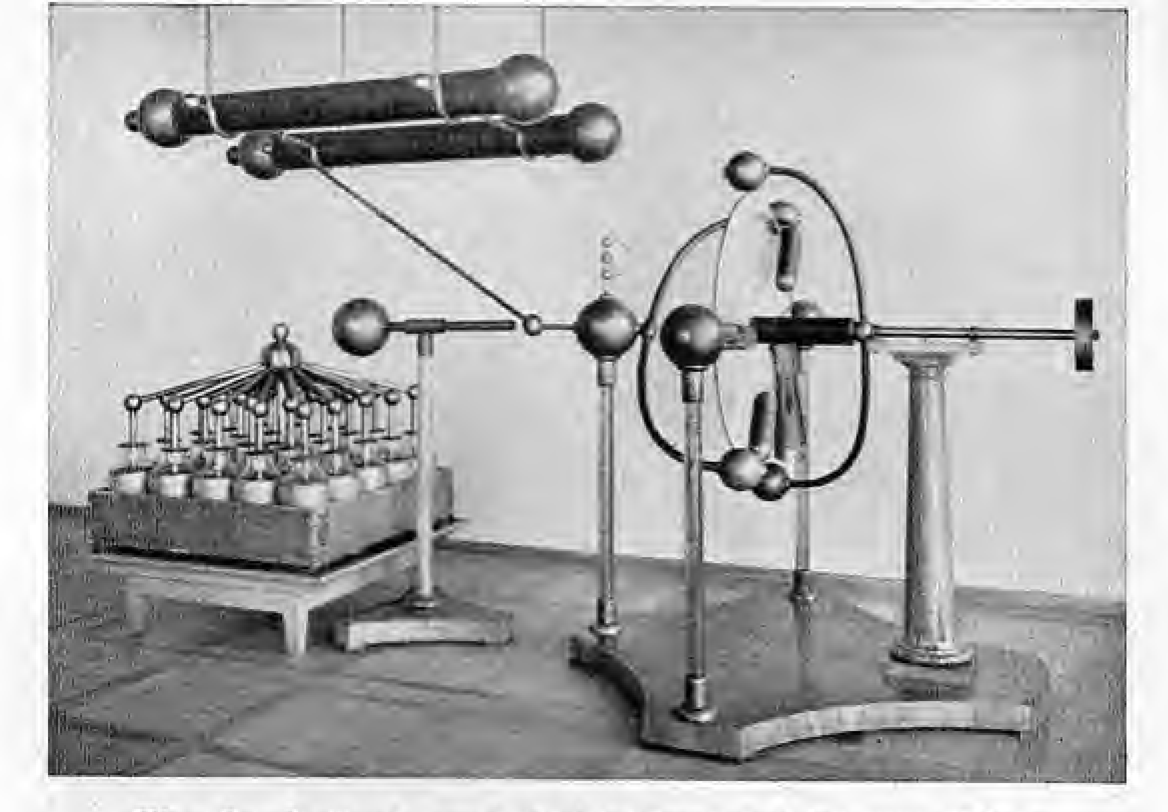
Raum 167: Energiegesetze

In einem kleinen Ehrenraum sind die wichtigsten Erkenntnisse der Energieforschung übersichtlich zusammengestellt und neben den Bildnissen ihrer Entdecker angebracht.

Ein historisch wichtiger Originalapparat Robert Mayers zur Messung der Leistungen von Maschinen durch die Erwärmung von Wasser ist in der Mitte des Saales aufgestellt.



Kalorischer Kraftmesser von Robert Mayer 1868



Flaschenbatterie und Elektrisiermaschine von Ohm

ELEKTRIZITÄT UND MAGNETISMUS

Raum 168: Reibungselektrizität

Der Name Elektrizität ist abgeleitet von dem griechischen Wort Elektron, dem Namen für Bernstein, dessen elektrische Eigenschaft schon im Altertum bekannt war.

Die ältesten Einrichtungen erzeugten Elektrizität durch Reibung. Otto von Guericke baute eine Elektrisiermaschine, die aus einer drehbaren Schwefelkugel bestand. Durch Reibung wurde die Kugel elektrisch, so daß einfache Versuche damit ausgeführt werden konnten. Später entstand die Scheiben-Elektrisiermaschine.

Bemerkenswert ist eine Elektrisiermaschine nebst Flaschenbatterie, die der große Physiker Georg Simon Ohm benutzte.

In den Schränken sind Elektrometer, Leydener Flaschen und weitere Elektrisiermaschinen bis zur Influenzmaschine dargestellt. Eine Reihe von Grundversuchen kann der Besucher selbst durchführen.

Raum 169: Galvanischer Strom

Hier sehen wir die Erzeugung elektrischer Ströme auf chemischem Wege durch verschiedene trockene oder nasse Elemente von den Volta- und Zambonisäulen bis zum Akkumulator.

Die Messung der elektrischen Einheiten, wie vor allem Spannung, Stromstärke und Widerstand geschieht durch eine Reihe von Instrumenten. In erster Linie sind die Galvanometer zu nennen, die den elektrischen Strom durch Ablenkung einer Magnetnadel nachweisen.

Das grundlegende Gesetz der Elektrotechnik, das Ohm'sche Gesetz, kann im Mittelschrank an mehreren Versuchsanordnungen mit Meßinstrumenten nachgeprüft werden.

Raum 170: Magnetismus und Elektromagnetismus

Zunächst ist die Entwicklung des Kompasses und der Instrumente zur Messung des Erdmagnetismus gezeigt. Eine Gruppe von natürlichen und Stahlmagneten ist den Elektromagneten gegenübergestellt, unter denen sich auch ein großer Demonstrations-Magnet befindet. Dieser beweist, daß es nur mit großer Anstrengung möglich ist, ein Eisenstück gegen den Kraftlinienverlauf zu bewegen.

Vorsicht: Taschenuhren vor Einschalten des Stromes in den Schutzkasten legen, da sonst das Werk Schaden leidet.

Der Mitteltisch bringt einzelne Grundversuche über den Elektromagnetismus und seine Anwendung im Elektromotor und in der Dynamomaschine.

Raum 171: Elektrodynamik · Induktion

Hier stehen Originalapparate von Ampère und Faraday, womit die gegenseitigen Einflüsse elektrischer Ströme (Elektrodynamik) und der Einfluß des Stromes auf einen Leiter (Induktion) untersucht wurden.

Daneben ist die Entwicklung der Induktionsapparate und deren Zubehörteile, besonders der Unterbrecher, veranschaulicht. Ein Induktor in der Mitte des Raumes zeigt die Verwandlung des Netzstromes von 220 Volt in hochgespannten Strom von 200 000 Volt, der sich in einem knatternden Funkenbüschel entlädt.

Die in der Technik viel verwendeten Transformatoren zur Umspannung elektrischer Ströme sind u. a. durch einen betriebsfähigen Hochspannungs-Öltransformator vertreten.

Raum 172: Elektrische Strahlen

Wenn man den elektrischen Funken nicht in Luft, sondern im luftverdünnten Raum übergehen läßt, entstehen je nach der vorhandenen Luftverdünnung verschiedene Lichterscheinungen, die schließlich ein Aufleuchten des Glases der Röhre bewirken. Die Ursache dieser Fluoreszenz ist das Auftreten der von Hittorf 1869 entdeckten Kathodenstrahlen.



Versuch am Elektromagneten

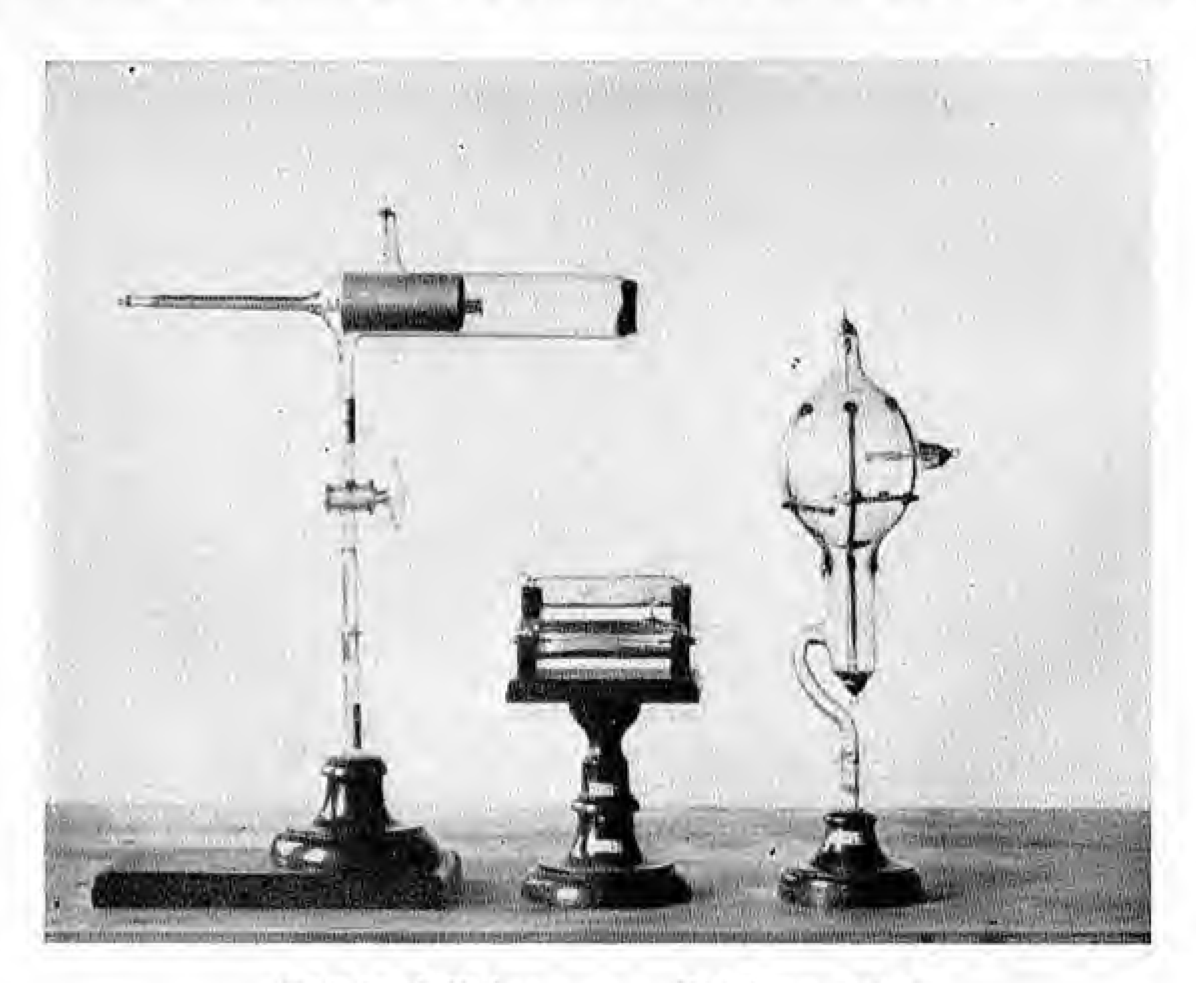
Die Versuche können in einzelnen Dunkelräumen von jedem Besucher selbst in Betrieb gesetzt werden.

Im Jahre 1895 entdeckte Wilhelm Conrad Röntgen, daß von allen Stellen, auf die Kathodenstrahlen auftreffen, wieder Strahlungen ausgehen. Diese Strahlen, die Röntgenstrahlen, haben die Eigenschaft, durch viele vom Licht nicht zu durchdringende Stoffe, wie z. B. Leder, Holz, die menschliche Hand usw., hindurchzugehen.

Die ersten von Röntgen selbst benützten Röhren sind neben einer Original-Versuchsanordnung dieses Forschers im Mittelschrank aufgestellt.

Von großer wissenschaftlicher Bedeutung ist die Original-Apparatur von M. v. Laue, womit 1912 die Röntgenstrahlen als Wellenerscheinung nachgewiesen wurden.

Weiterhin ist hier die Entwicklung der lichtelektrischen Zellen seit den ersten von Hallwachs, Elster und Geitel bis zur heutigen Photozelle zu verfolgen. Diese hat die Eigenschaft, je nach stärkerer oder schwächerer Belichtung elektrischen Strom mehr oder weniger zu leiten. Durchschreitet man den Lichtstrahl, der auf eine hier angebrachte Photozelle gerichtet ist, so wird die Bestrahlung der Zelle unterbrochen und eine Signalvorrichtung in Tätigkeit gesetzt. Neben der Verwendung als selbsttätige Meldeeinrichtung wird die Photozelle vor allem beim Fernsehen und beim Tonfilm benützt.



Original-Röhren von Röntgen, 1895



Röntgen-Kabine

Raum 173: Röntgentechnik und Radiumforschung

In den zwei Röntgenkabinen können die Besucher selbst Durchleuchtungs-Versuche gefahrlos anstellen. Nach Einschalten der Anlage betritt man den Dunkelraum und hält beim Aufleuchten des Bariumplatincyanürschirms die Hand, die Geldbörse, den Füllhalter, die Handtasche oder ähnliches dahinter.

Vorsicht: Photographische Kameras nicht in die Kabine mitnehmen, da die Strahlen die Aufnahmeschicht verderben.

An den Außenwänden der Kabinen sind zahlreiche Röntgenaufnahmen, aus verschiedener Zeit, darunter auch kinematographische und stereoskopische, gezeigt.

Eine sehr reichhaltige Sammlung faßt die Entwicklung der Röntgenröhren und ihrer Reguliervorrichtungen zusammen.

In Verbindung mit den elektrischen Strahlen sind die Untersuchungen über das Radium behandelt, dessen drei Strahlungsarten: Alphastrahlen mit den Kanalstrahlen, Betastrahlen mit den Kathodenstrahlen und Gammastrahlen mit den Röntgenstrahlen wesensgleich sind.

Erwähnt seien die Nachbildung des ersten Apparates von Frau Curie zur Messung der Radioaktivität sowie neuere Forschungsgeräte dieses Gebietes.



Saal „Telegraphie"

TELEGRAPHIE UND TELEPHONIE

Raum 174: Ehrenraum der Fernmeldetechnik

Die Anwendung der Elektrizität zur Nachrichtenübermittlung führt uns ins Gebiet der Telegraphie und Telephonie. Neben den Bildnissen der wichtigsten Pioniere der Fernmeldetechnik, wie Sömmerring, Chappe, Steinheil, Gauß, Weber, Morse, Wheatstone, Siemens, Hughes, Reis, Bell, Pupin, Hertz, Braun und Marconi, sind hier die einzelnen Gattungen der Telegraphen vereinigt.

Von der ältesten optischen Telegraphie führt der Weg über die elektrischen Nadel- und Zeiger-Telegraphen zum Morse-Apparat. Dieser besteht aus einem Elektromagneten, der einen mit Schreibstift versehenen Anker anzieht, wenn Stromstöße in die Leitung gesendet werden. Die Bewegungen des Schreibstiftes werden auf einem durch Uhrwerk gezogenen Papierstreifen als Punkte und Striche festgehalten.

Durch eine Reihe verbesserter Verfahren wurde die Möglichkeit gegeben, nicht nur schneller zu telegraphieren, sondern auch mehrere Nachrichten gleichzeitig auf einem Draht zu senden. So

können bei dem schreibmaschinenähnlichen Springschreiber zu gleicher Zeit 18 Telegramme auf einer Leitung übermittelt werden. Dabei ist zur Bedienung nur die Kenntnis des Maschinenschreibens erforderlich. Die Telegramme sind unmittelbar zu lesen.

Die bei den einzelnen Übertragungsarten zu überwindenden Schwierigkeiten können an mehreren neuartigen Demonstrations-Einrichtungen in außerordentlich anschaulicher Weise nachgeprüft werden.

Raum 175: Telephonie

Die in einem Schränkchen verwahrten Originalapparate des Lehrers Philipp Reis stellen die erste Telephoneinrichtung von 1863 dar. Worte, die in den Geber gesprochen werden, versetzen die Membran in eine Folge von Schwingungen. Die mit der Membran verbundene Kontaktstelle verwandelt diese Schwingungen in Stromunterbrechungen vom selben Rhythmus. Im Empfänger rufen die ankommenden Stromstöße eine dauernd wechselnde Magnetisierung des Eisenkerns hervor, die das Resonanzbrettchen in Schwingungen versetzen. Auf diese Weise hört man die in den Geber gesprochenen Worte.

In weiteren Schränken ist die schrittweise Verbesserung dieser Vorrichtung bis zu den heutigen Fernsprech-Geräten und ihren zahlreichen Nebeneinrichtungen dargestellt.



Geber und Empfänger des Reis-Telephons

Raum 176: Fernsprech-Umschalter. Schall-Aufzeichnung

Um die einzelnen Teilnehmer untereinander zu verbinden, benützte man zuerst Einrichtungen, bei denen durch kleine Drahtlitzen die Anschlußklemmen der einzelnen Teilnehmerleitungen durch eine Beamtin verbunden werden konnten.

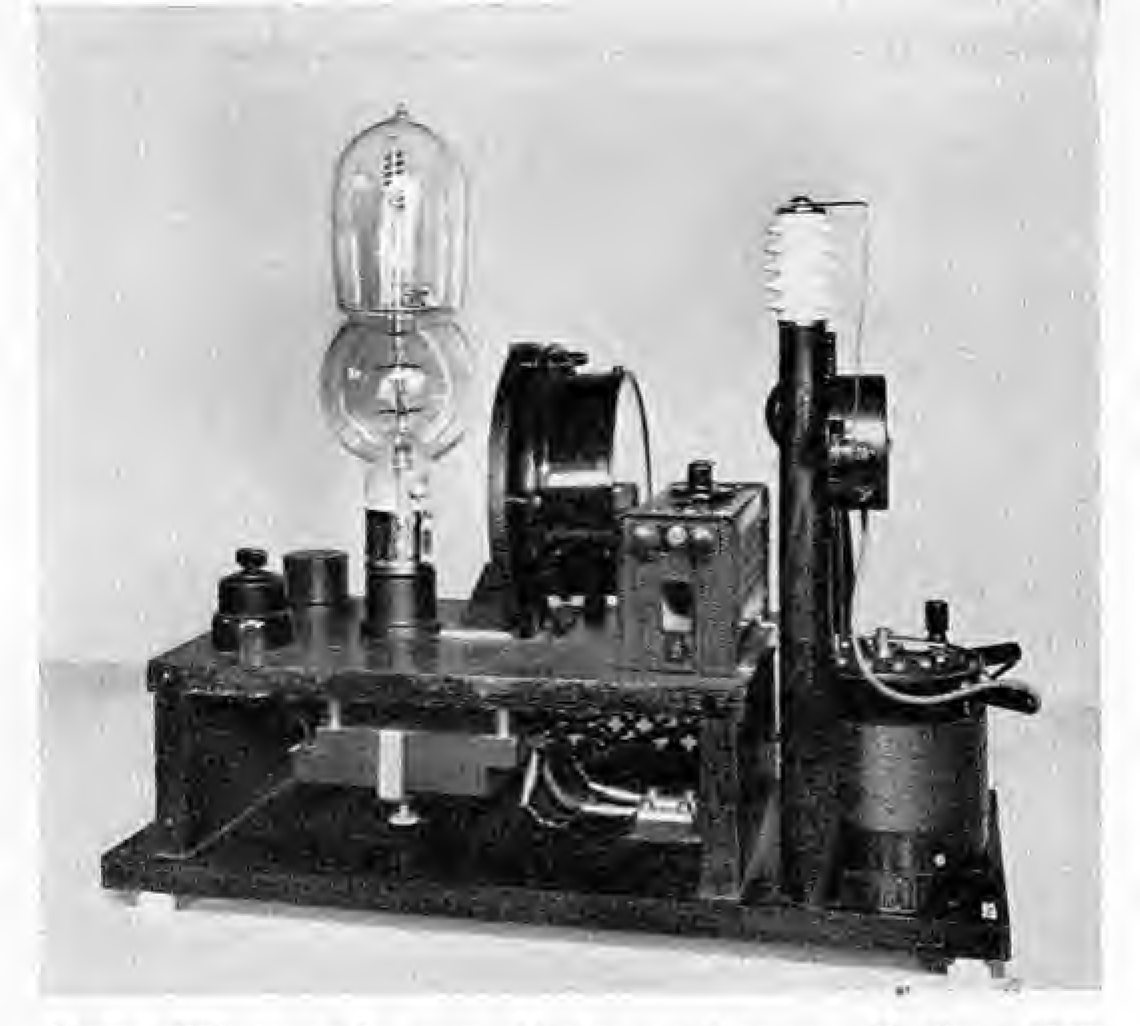
Infolge der rasch zunehmenden Teilnehmerzahl wurde es bei großen Ämtern notwendig, das Handsystem durch ein selbsttätiges zu ersetzen. Die Arbeitsweise einer Selbstanschluß-Anlage ist hier, vorgeführt durch den Saalwart, in Betrieb zu beobachten. Bei verschieden weitem Drehen der Wählscheibe werden entsprechende Stromstöße in die Leitung geschickt. Die hierdurch in der Zentrale betätigten Elektromagneten heben und drehen die Anschlußklemmen des wählenden Teilnehmers zu denen des gewünschten.

Erwähnt seien hier auch die Original-Telegraphone von Poulsen, die auf Metallplatten oder Strahldraht Sprache und Töne durch verschiedenartige Magnetisierung festhalten, so daß sie wiederholt abgehört werden können. Mittels eines „Löschmagneten" läßt sich die Magnetisierung des Drahtes wieder aufheben, worauf man neue Gespräche aufnehmen kann (Anwendung als Diktiermaschine).

An Stelle eines Stahldrahtes verwendet das Magnetophon ein schmales Filmband, das einseitig mit einer magnetisierbaren Schicht versehen ist. Die Aufnahme erfolgt dabei durch ein Mikrophon, die Wiedergabe durch einen Lautsprecher.



Tisch-Telephone um 1890, 1910 und 1940



Erster Röhrensender zum Gegensprechen von Meißner 1913

Raum 177: Funktechnik

Grundlegend für dieses Gebiet waren die hier aufgestellten Originalapparate von B. W. Feddersen und von Heinrich Hertz.

Feddersen wies 1856 erstmals mit Hilfe eines Drehspiegels photographisch nach, daß jede Funkenentladung in Form von sehr raschen Schwingungen verläuft.

Hertz entdeckte und untersuchte 1886—88 mit den hier verwahrten, äußerlich unscheinbaren Vorrichtungen die elektrischen Wellen, deren Wesensgleichheit mit den Lichtwellen er an Metallspiegeln, Pechprismen und Drahtgittern nachwies.

Welchen Weg die Entwicklung der drahtlosen Übertragung elektrischer Wellen seit ihren Anfängen genommen hat, ist durch eine Anzahl Erläuterungstafeln und durch die wichtigsten Vertreter der einzelnen Sender- und Empfänger-Gattungen belegt. Wir sehen die ersten Funkensender von Marconi und von Braun, Löschfunkensender von M. Wien, Lichtbogensender von V. Poulsen, Maschinensender von R. Goldschmidt, Graf Arco und C. Lorenz, den ersten Frequenzwandler von J. Zenneck und verschiedene Röhrensender, unter anderen den von Meißner in Rückkopplungsschaltung.

Die außerordentliche Bedeutung der Elektronenröhre ist durch eine reichhaltige Sammlung von Sende- und Empfangsröhren aller Entwicklungsstufen belegt.

Raum 178: Dunkelraum

Mit Hilfe einer Braunschen Röhre oder eines Oszillographen mit Spiegeltrommel ist es möglich, elektrische und auch akustische Schwingungen, z. B. die der menschlichen Stimme, dem Auge sichtbar zu machen.

Daneben können mit einem Tesla-Transformator Versuche über hochgespannte Ströme von etwa 1 000 000 Volt gezeigt werden, wie das Aufleuchten einer mit Edelgas, z. B. Neon, gefüllten Glasröhre ohne Zuleitungsdrähte.

Raum 179: Empfangsanlagen und Rundfunk

Von den Kohärer- und Detektor-Empfängern bis zu den heute überwiegenden Röhrenempfängern sind die wichtigsten Entwicklungsstufen zusammengefaßt, verschiedene davon sind vorführbar.

Einige Gesamtmodelle geben Darstellungen über Groß-Sendeanlagen wie Nauen, Königswusterhausen und den Münchner Sender.



Saal „Funktechnik"



Aus der Entwicklung der Mikroskope

OPTIK

Raum 180: Natur des Lichtes

Die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit, die rund 300000 Kilometer in der Sekunde beträgt, ist nach den Methoden von Römer, Foucault, Fizeau, Michelson erläutert.

Gegenüber ist in einer Kabine die Helligkeitsmessung veranschaulicht. Daneben die wichtigsten Formen der Photometer.

Als wertvolle Originale sind Spektral- und Beugungsapparate sowie Prismen von Josef von Fraunhofer aufbewahrt. Ein zweiter Schrank enthält einen von Steinheil gebauten Kirchhoffschen Spektralapparat zur Untersuchung der Sonnenatmosphäre.

Raum 181: Spektralanalyse. Beugung. Polarisation

Weitere Aufschlüsse über die Natur des Lichtes gibt uns die Zerlegung des weißen Lichtes in seine Spektralfarben und deren Wiedervereinigung zu weiß.

Große Bedeutung für Wissenschaft und Technik hat die Spektralanalyse erlangt, die es ermöglicht, an Hand der auftretenden Spektrallinien zuverlässige Schlüsse auf die sie verursachenden chemischen Stoffe zu ziehen.

Während über die Erscheinungen der Lichtbeugung Apparate



Erster Augenspiegel von Helmholtz 1851

von Fresnel, Fraunhofer, Schwerd und anderen Aufschluß geben, kann die Polarisation des Lichtes an mehreren Originalapparaten und an Vorführungen in einer Dunkelkabine studiert werden.

Raum 182: Reflexion. Spiegel und ihre Anwendung

Die Gesetze der Reflexion und die Entstehung von Bildern sind an ebenen und verschieden gekrümmten Spiegeln vorgeführt. Unter den aufgestellten historischen Stücken ist neben den Metallspiegeln der erste Silberspiegel aus Glas von Justus von Liebig aus dem Jahre 1858 hervorzuheben.

Besondere Beachtung findet das hier aufgebaute Tanagra-Theater, das mit Hilfe von zwei Planspiegeln und einem Hohlspiegel von den Personen, die über die rückwärtige Bühne gehen, im Ausschnitt der Miniatur-Bühne ein verkleinertes Bild erzeugt.

Raum 183: Brechung. Prismen und Linsen

Die Gesetze der Brechung des Lichtes beim Übertritt von einem Medium in ein anderes, z. B. von Luft in Glas oder in Wasser, werden durch vielerlei Versuche gezeigt.

Ein Pult am Fenster enthält eine Sammlung von Prismen, darunter auch Flüssigkeitsprismen, und Linsen verschiedener Formen und Zeiten.

Mehrere Demonstrationen geben Aufschluß über die Bildent-

stehung bei Sammel- und Zerstreuungslinsen, sowie über die wichtigsten Linsenfehler und deren Beseitigung.

Raum 184: Auge und Sehen

Aus den einfachen Mitteln, wie es Spiegel, Prismen und Linsen sind, bauen sich die nachfolgend dargestellten optischen Instrumente auf.

Als erstes ist das Auge und der Sehvorgang behandelt. Wie im menschlichen Auge durch die Brechkraft verschiedener durchsich-



Optisches Rohglas und Linsenherstellung

tiger organischer Stoffe das kleine umgekehrte Bild der Außenwelt auf der Netzhaut entsteht, ist an Modellen und Schnittdarstellungen gezeigt. Beim fehlsichtigen Auge, bei dem die Netzhaut kein scharfes Bild erhält, wird durch entsprechend gewählte Vorsatzlinsen, die Brillen, der Fehler nach Möglichkeit behoben.

Die Geschichte der Brille und ihrer äußeren Form ist im Mittelpult in den wichtigsten Stufen zusammengestellt.

Bemerkenswert ist ein Sonderschrank mit Originalapparaten von Hermann von Helmholtz, darunter sein erster Augenspiegel.

Raum 185: Stereoskopisches Sehen. Farben

Das Stereoskop hat die Aufgabe, mit Hilfe zweier Einzelbilder einen räumlichen Eindruck hervorzurufen. Die Sammlung zeigt verschiedene Formen, beginnend mit dem einfachen Spiegelstereoskop von Wheatstone.

An Stelle von zwei nebeneinandergesetzten Bildern können auch verschiedenfarbige, auf die gleiche Stelle gedruckte Bilder verwendet werden, die aber mit einer entsprechenden zweifarbigen Brille betrachtet werden müssen (Anaglyphien).

Der andere Teil des Raumes ist den Farbenempfindungen des Auges gewidmet. In Kabinen kann die additive und subtraktive Farbenmischung sowie die Erscheinung farbiger Schatten nachgeprüft werden.

aum 186: Mikroskope

Eine sehr reichhaltige Sammlung zeigt die Entwicklung des Mikroskops seit dem 17. Jahrhundert. Dem einfachen Mikroskop von Leeuwenhoek steht das zusammengesetzte von Janssen gegenüber.

Hervorzuheben ist am Beginn des 19. Jahrhunderts die Einführung der achromatischen Linsensysteme. Bei diesen sind die lästigen Farbsäume, die bei einfachen Linsen entstehen, durch Verwendung mehrerer Linsen aus verschiedenen Glasarten beseitigt. Von den Mikroskopen aus neuerer Zeit ist besonders ein Ultra-Mikroskop zu nennen, in dem die Brownsche Molekularbewegung kolloidaler Silberteilchen beobachtet werden kann.

Von großer wissenschaftlicher Bedeutung ist der bei der Türe aufgestellte Beugungsapparat von E. Abbe, mit dem die physikalischen Grenzen der Leistungsfähigkeit des Mikroskops bestimmt wurden.

Raum 187: Fernrohre

Man unterscheidet Linsenfernrohre (Refraktoren) und Spiegelfernrohre (Reflektoren).

Von der ersten Art sind vielerlei Beispiele aller Untergruppen zusammengestellt: die holländischen oder Galileischen Fernrohre,



Entwicklung der Projektionsapparate

die astronomischen oder Keplerschen Fernrohre, die Erdfernrohre, die Prismenfernrohre sowie die durch paarweise Anordnung entstandenen Doppelfernrohre der einzelnen Gattungen.

Die störenden Farbsäume bei den älteren Linsenfernrohren führten zum Bau von Spiegelteleskopen, die diesen Fehler nicht aufweisen.

Besondere Bedeutung kommt dem in der Saalmitte stehenden Originalfernrohr Fraunhofers zu, mit dem 1846 der Planet Neptun nach vorheriger Berechnung seines Ortes zuerst festgestellt wurde.

Mehrere Proben geben Aufschluß über die Herstellung und Verarbeitung von optischen Gläsern durch verschiedene Schmelz-, Schleif- und Poliervorgänge.

Raum 188: Projektions-Einrichtungen

In mehreren Schränken und einem Dunkelraum verfolgen wir die Entwicklung der Bildwerfer, beginnend bei Athanasius Kirchers einfacher Vorrichtung mit der Schusterkugel, über Sonnenmikroskop, Camera obscura und Zauberlaterne zum heutigen Projektionsapparat für wissenschaftliche Zwecke.

Neben dem Diaskop, das durchsichtige Bilder verwendet (Glas- und Film-Diapositive), ist das Episkop zu nennen, bei dem undurchsichtige Gegenstände, z. B. Abbildungen aus Büchern, projiziert werden können.



Lebensrad von Stampfer 1834

Raum 189: Kinematographie

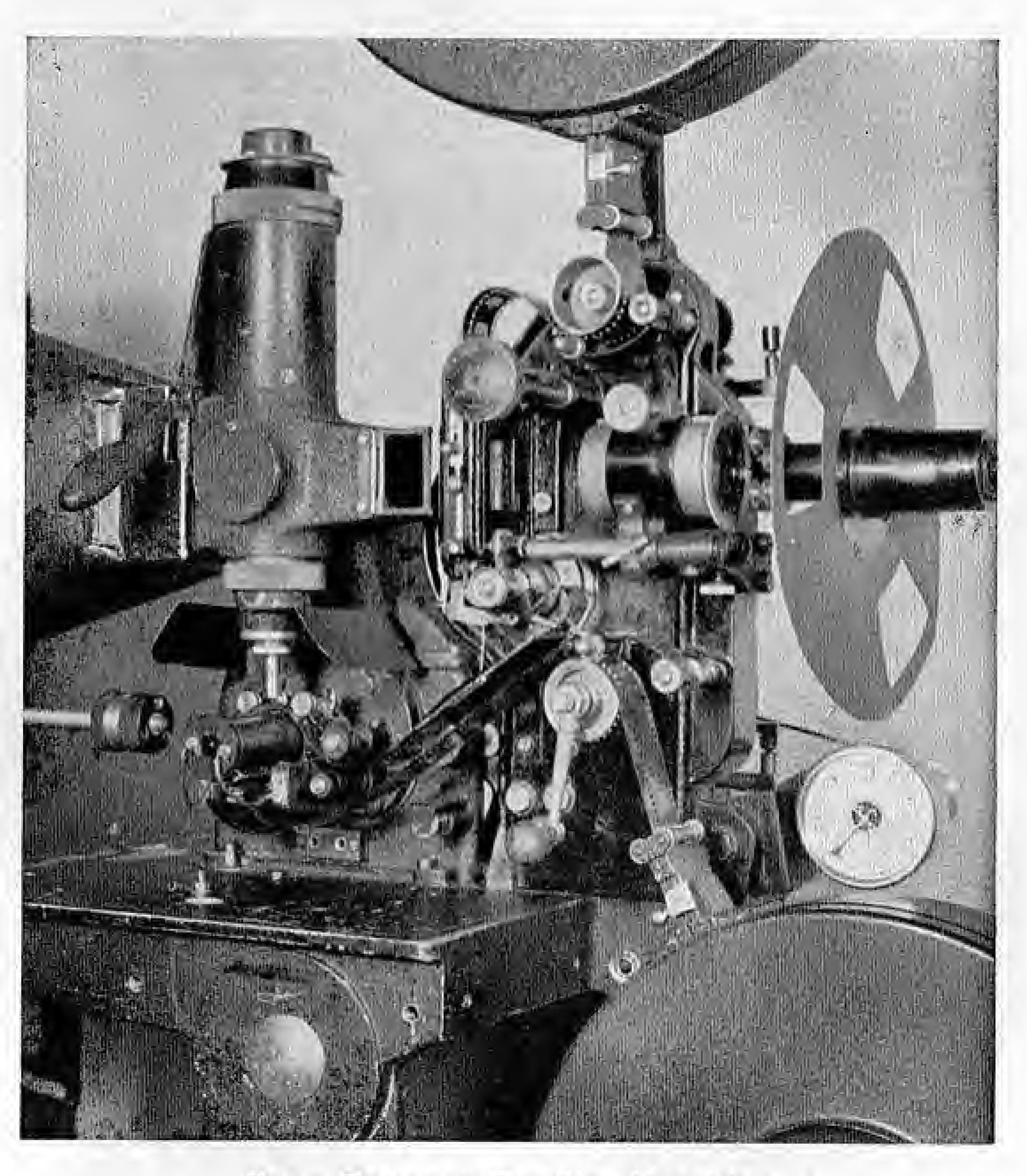
Die kinematographische Technik beruht auf den zwei Tatsachen, daß das menschliche Auge einen Augenblickseindruck etwa $^1/_{16}$ Sekunde lang festhält, und daß eine Reihe ähnlicher Bilder, die rasch nacheinander in unser Auge gelangen, als ein einziges Bild empfunden werden. Führt man daher dem Auge eine Reihenfolge einzelner Photographien mit der Geschwindigkeit von etwa 20 Bildern in der Sekunde vor, so glaubt man einen zusammenhängenden Vorgang zu erleben.

Die Vorläufer der Kinematographie sind die Lebensräder, Wundertrommeln und Schnellseher. Durch Verbindung derartiger Einrichtungen mit dem Projektionsapparat entstand das lebende Lichtbild, das Kino.

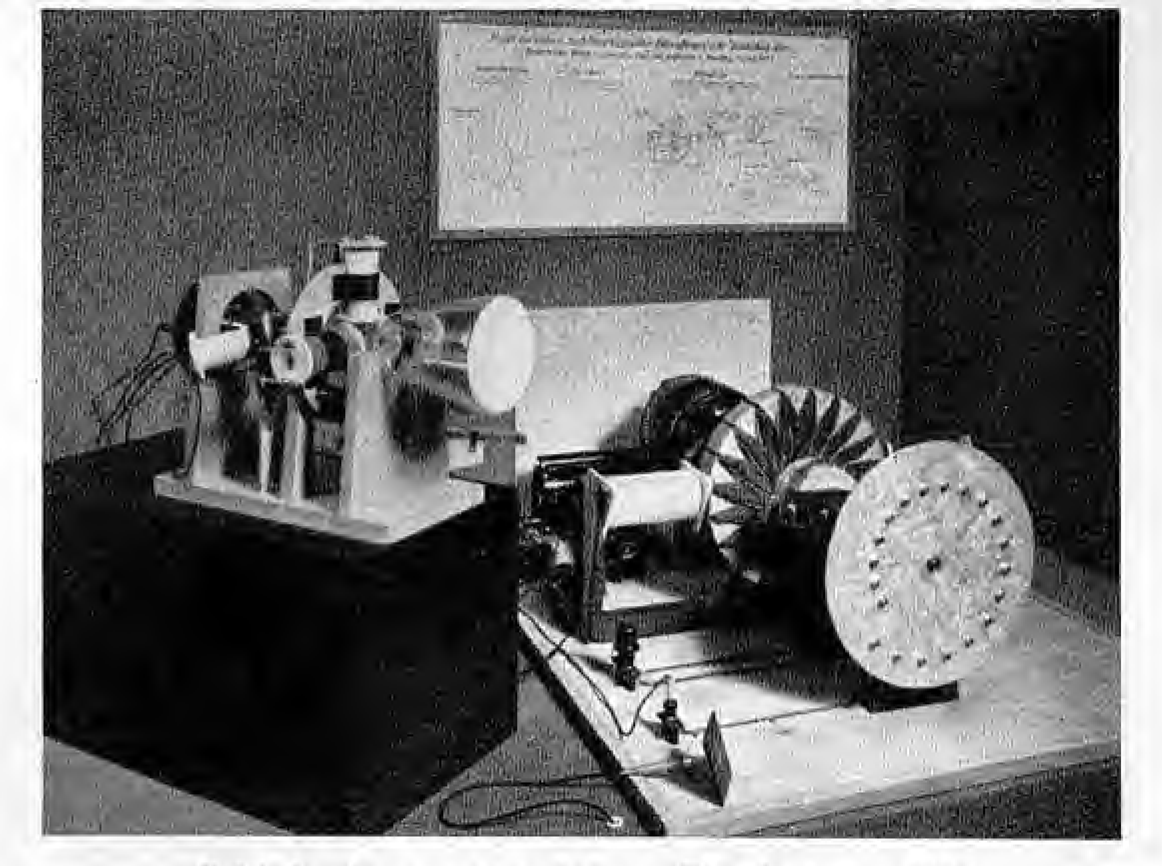
Während in der Anfangszeit für kinematographische Aufnahmen und Wiedergaben ein und derselbe Apparat Verwendung fand, wurden später für die beiden Zwecke verschiedene Vorrichtungen

entwickelt. Die Aufnahmeapparate arbeiteten ursprünglich mit Platten, dann mit dem schmiegsamen Zelluloid-Film. Die Wiedergabe-Apparate wurden besonders durch Verfeinerung der optischen und mechanischen Ausrüstung und verstärkte Lichtquellen den ständig wachsenden Ansprüchen gerecht.

Den Abschluß bildet der Tonfilm. Das ältere Verfahren, wie es u. a. aus einer Originaleinrichtung von Oskar Meßter ersichtlich ist, benützt Film und Grammophonplatte, zwangsläufig gekuppelt (Nadeltonfilm). Demgegenüber tragen nach dem Verfahren von Vogt, Engl und Massolle (Triergon) die Filme neben der Bilderfolge einen schmalen Tonstreifen, dessen Helligkeitsunterschiede durch Photozelle, Verstärker und Lautsprecher in Schallwellen verwandelt werden (Lichttonfilm).



Erste Triergon-Tonfilm-Maschine



Bildübertragungsgerät von Dieckmann, 1906

BILDTELEGRAPHIE UND FERNSEHEN

Raum 190: Bildtelegraphie

Beim gewöhnlichen Telegraphieren wird durch den Sender der Telegrammtext Zeile für Zeile in eine Folge von Stromstößen verwandelt, die vom Empfänger in Schriftzeichen zurückverwandelt werden. Bei der Bildtelegraphie wird im Sender das zu übertragende Bild durch eine Abtastvorrichtung zeilenweise in Punkte zerlegt, die entsprechend ihrer Helligkeit in verschieden starke Stromstöße verwandelt werden. Diese formt der Empfänger wieder in Bildpunkte um, so daß daraus Zeile um Zeile des Bildes aufgebaut wird.

Wie diese Aufgabe in verschiedener Weise gelöst worden ist, zeigen u. a. die Apparate von Caselli, Korn, Korn-Lorenz und Siemens-Karolus.

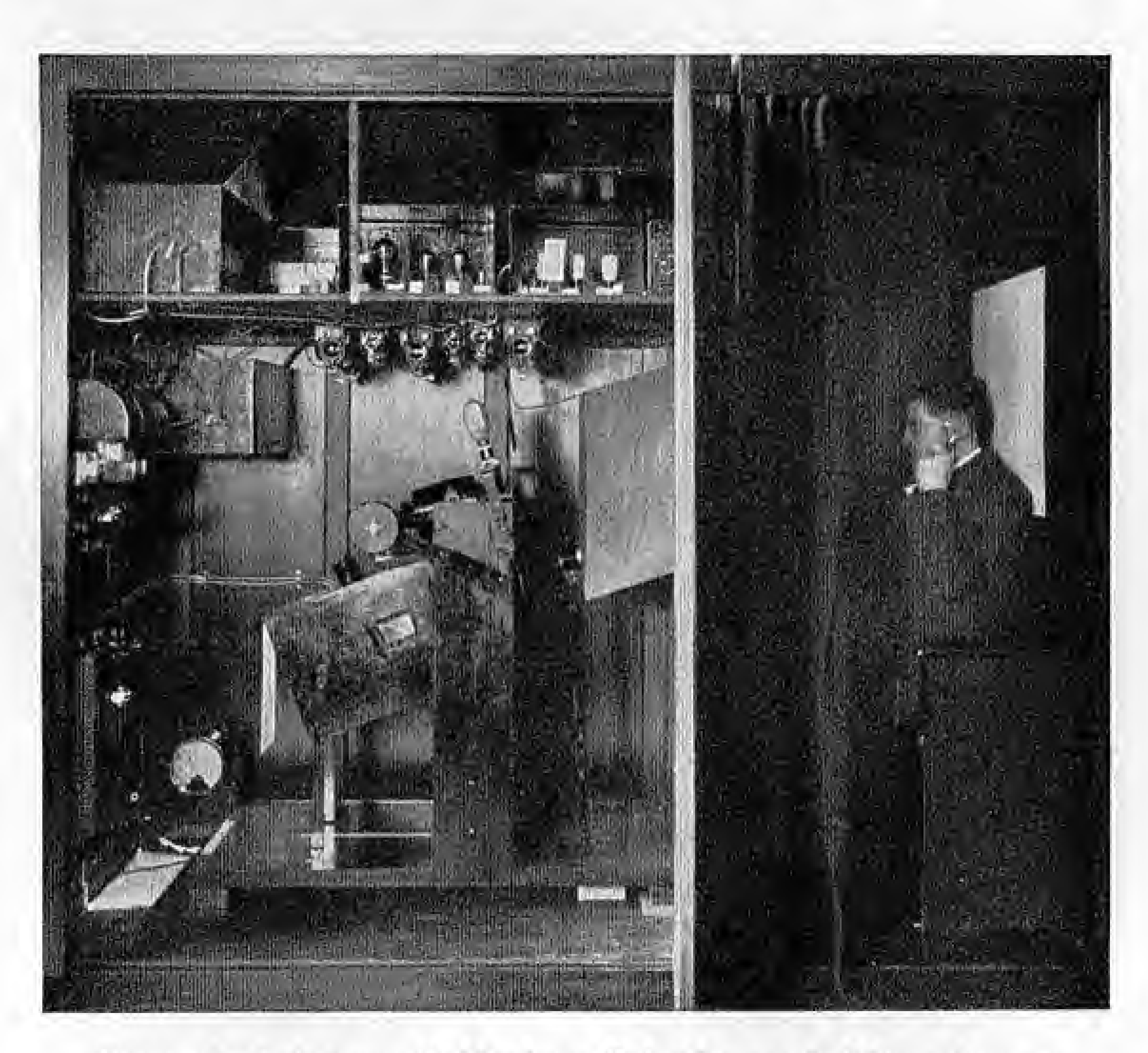
Raum 191: Fernsehen

Dem Fernsehen liegt der gleiche Gedanke zugrunde wie der Bildtelegraphie, nur daß beim Fernsehen eine viel größere Übertragungs-Geschwindigkeit erforderlich ist.

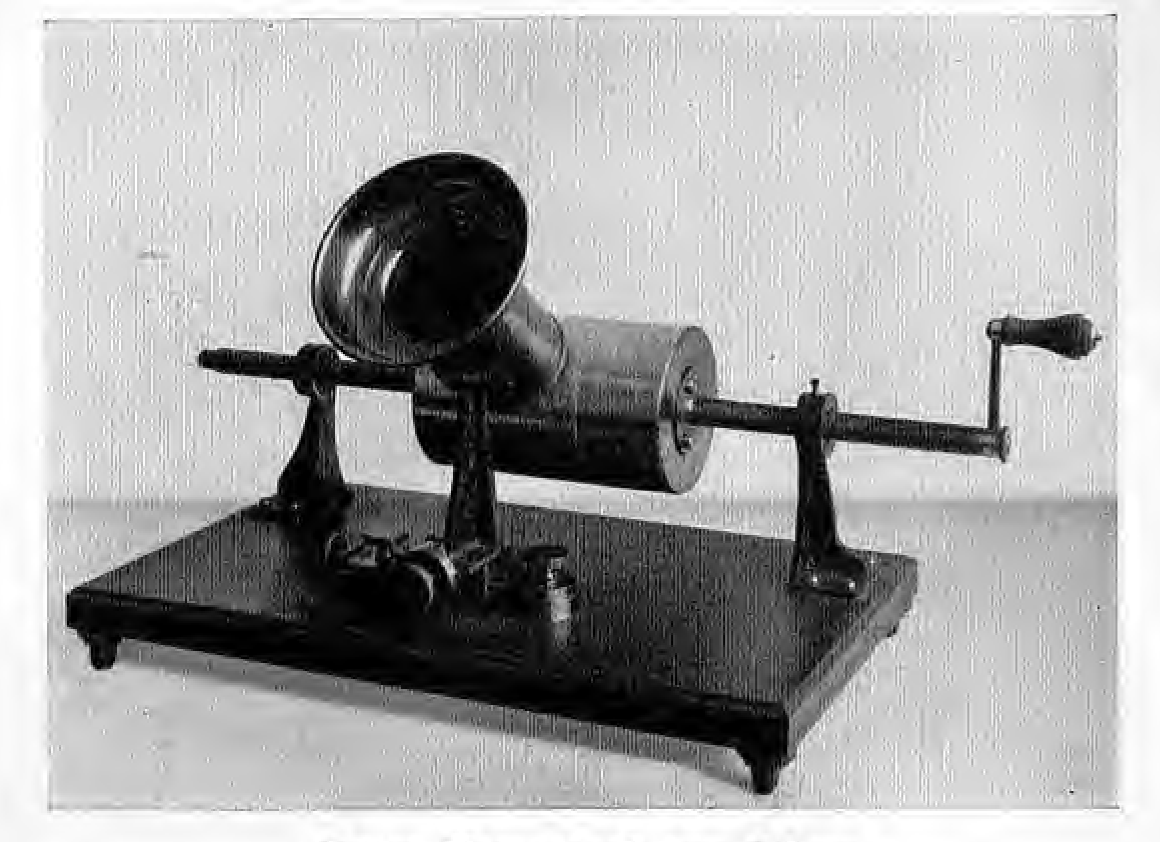
Während zur Übertragung eines unbewegten Bildes einige Minuten zur Verfügung stehen, müssen beim Fernsehen sämtliche Bildpunkte in etwa $^1/_{20}$ Sekunde übertragen werden. So sind z. B. zum Fernsehen des Kopfes einer Person in dem hier aufgestellten Apparat von Karolus in einer Sekunde 50 000 Stromimpulse notwendig. Erst durch die jüngsten Errungenschaften physikalischer Technik, besonders durch die Verstärkerröhre, ist es möglich geworden, diese Anforderungen zu erfüllen. Im Prinzip war die Erfindung schon um 1880 fertiggestellt.

Eine bedeutende Erweiterung der Möglichkeiten und zugleich eine Vereinfachung der Geräte brachte die Anwendung der Braunschen Röhre. Sie benützt an Stelle beweglicher mechanischer Teile den trägheitslosen Elektronenstrahl, wodurch größere Bildschärfe erreicht und das Flimmern vermieden wird.

Auch die Bildabtastung im Sender wurde mit Hilfe der Braunschen Röhre verbessert. Das Ikonoskop von Zworykin (1932) weist mit seiner Lichtzellenschicht im Innern des Rohres hohe Ähnlichkeit mit der Arbeitsweise des menschlichen Auges auf.



Fernseh-Anlage mit Nipkow-Scheibe und Glimmlampe



Erster Phonograph von Edison

AKUSTIK

Raum 192: Arten der Tonerzeugung

An Saiten, Stäben, Platten, Glocken, Pfeifen, Sirenen kann die Erzeugung von Tönen und die Ableitung ihrer Gesetze studiert werden. Dabei zeigt sich, daß die Tonhöhe von der Zahl der Schwingungen in der Zeiteinheit abhängig ist, während die Tonstärke durch die Größe des Schwingungsausschlages bedingt wird.

Einen hübschen Versuch stellen die Klangfiguren nach Chladni dar. Streicht man eine sandbestreute Metallplatte mit einem Geigenbogen an, so ordnen sich die Sandkörner je nach den entstehenden Tönen zu entsprechenden Figuren.

Im gleichen Raum befinden sich auch Darstellungen über das Sprechen und Hören, d. h. über den menschlichen Kehlkopf und seine künstlichen Nachahmungen, sowie über den inneren Bau und die Wirkungsweise des Ohres.

Raum 193: Aufzeichnung und Wiedergabe des Schalles

Zum Sichtbarmachen von Schallwellen, z. B. der menschlichen Stimme, ist ein Schallkurvenapparat aufgestellt, der die Schwingungen, die beim Sprechen oder Singen entstehen, an die Wand

projiziert. Während man sich früher mit der Aufzeichnung derartiger Schallkurven, z. B. auf berußtem Papier, begnügte, hat sie Th. A. Edison 1877 auch zur Wiedergabe benutzt und damit den ersten Phonographen geschaffen. Dieser besteht aus einem Schalltrichter mit Membrane, an der ein Stift befestigt ist. Unter dem Stift dreht sich bei gleichzeitiger seitlicher Verschiebung eine mit Stanniol bespannte Trommel. Wird in den Trichter gesprochen, so gräbt sich der Stift, den Schwingungen entsprechend, in das Stanniol ein. Läßt man nach der Aufnahme den Stift wieder über die eingegrabene Furche laufen, so ertönen die ursprünglich gesprochenen Worte.

In abgeänderter Form wurde das Verfahren beim Grammophon von E. Berliner verwendet, wobei an Stelle der Walzen Platten treten und die Nadel seitliche Schwingungen vollführt.



Vorführung der Chladnischen Klangfiguren



Rhythmische Instrumente

MUSIKINSTRUMENTE

Maßgebend für die Anordnung dieser Gruppe war, entsprechend der Aufgabe des Deutschen Museums, die Art der Tonerzeugung beim einzelnen Musikinstrument. Dabei ergeben sich folgende Hauptabschnitte: rhythmische Instrumente, die durch Anschlagen von festen Körpern oder Membranen ertönen, Blas-Instrumente, Saiteninstrumente, Tasten-Instrumente und elektro-akustische Instrumente.

Raum 194: Rhythmische Instrumente

Die in dieser Gruppe zusammengefaßten Instrumente dienen in erster Linie zur Betonung des Rhythmus, wie es bei den verschiedenen Rasseln, Klappern, Schellen, Glocken, Gongs, Becken usw. deutlich wird. Neben ausgehöhlten Baumstämmen, die auch als Sprachtrommeln zur Übermittlung von Nachrichten dienen, sind Xylophone und Marimbas hervorzuheben, mit deren abgestimmten Holzplatten bereits Melodien zum Ausdruck gebracht werden können.

Unter den Trommeln, deren Resonanzkörper aus Holz, Ton oder Metall bestehen kann, sind die wichtigsten Formen verschiedener Zeiten und Völker zu finden. Auch die Bauart der Pauke und ihrer Spannvorrichtung ist gezeigt.

Raum 195: Blas-Instrumente

Nach der Form des Mundstücks unterscheidet man drei Grundarten: Blasinstrumente mit Mundloch (z. B. Flöten), solche mit Rohrblattmundstück (z. B. Klarinetten, Oboen, Fagotte) und solche mit Kesselmundstück (z. B. Trompeten). Um das Kennzeichnende jeder Gattung zu zeigen, sind neben den zahlreichen in den Schränken verwahrten Instrumenten Vorführtische mit elektrisch betriebenem Gebläse vorhanden.

Nachfolgend seien einige der aufgestellten Blasinstrumente herausgegriffen.

Instrumente mit Mundloch: Panflöten, Langflöten, Querflöten, Böhmflöten und Okarinas.

Instrumente mit Rohrblattmundstück: Klarinetten, Bassetthörner, Saxophone, Schalmeien, Pommern, Krummhörner, Oboen, Fagotte und Dudelsäcke.

Instrumente mit Kesselmundstück: Naturhörner, Luren, Fanfaren, Trompeten, Hörner, Tuben und Posaunen.

Raum 196—197: Saiten-Instrumente

Nach der Art der Tonerregung gegliedert, folgen Zupf-, Schlag- und Streichinstrumente aufeinander.

Zur ersten Gruppe gehört die Laute, äußerlich durch den gewölbten Körper gekennzeichnet, die Gitarre mit flachem Boden und flacher Decke, die Zither in lautenähnlicher oder zum Auflegen bestimmter Form und die Harfe, deren Entwicklung von den ein-



Naturhörner und Ventilhorn



Siebensaitige Viola, Viola d'amour, Viola pomposa, Viola da gamba

fachen Instrumenten mit wenigen Saiten bis zur heutigen Pedalharfe gezeigt ist.

Die Gruppe der Schlaginstrumente wird durch das Hackbrett oder Cimbal vertreten. Hierbei werden die Saiten durch zwei kleine Hämmerchen, die der Spieler in Händen hat, zum Erklingen gebracht.

Die Gruppe der Streichinstrumente umfaßt die mit Bogen gespielten Instrumente von den ältesten Formen über Trumscheit und Fiedel zu den heute üblichen Geigen. An mehreren Beispielen sind Violine, Viola, Cello und Baßgeige gezeigt. Auch die Herstellung der Geige und des Bogens ist in einigen Stufen angedeutet.

Raum 198 und 200: Tasten-Instrumente

Durch Einführung besonderer Mechaniken wurde es ermöglicht, die Harfen anstatt durch Zupfen mit dem Finger auf einfachere Weise zu spielen und dabei auch eine größere Anzahl von Tönen gleichzeitig hervorzubringen. Die Entwicklung dieser Mechaniken und Tastaturen sowie der Klavierharfen vom Clavichord bis zum modernen Flügel ist an vielerlei Beispielen zu verfolgen.

Als Sonderformen von Instrumenten, bei denen der Ton durch Reibung zustande kommt, stehen hier das Glasharmonium von Franklin, das Melodion von Ainmiller und ein Streichklavier.

Raum 199: Elektro-akustische und Viertelton-Instrumente

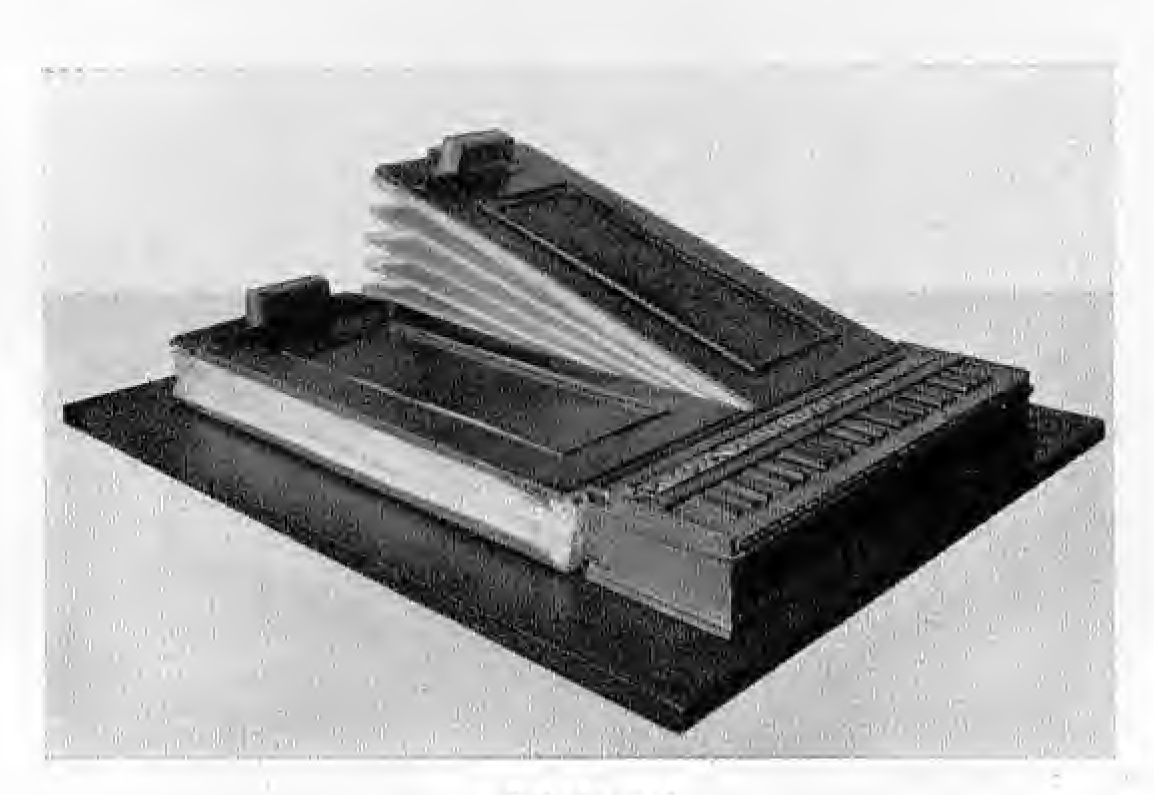
Neben den elektro-mechanischen Instrumenten, die wie der Neo-Bechsteinflügel von Nernst die Schwingungen von Klaviersaiten in verschiedenen Klangfarben im Lautsprecher wiedergeben, sind rein elektrische Musikinstrumente aufgestellt, wobei die Schwingungen unmittelbar auf elektrischem Weg erzeugt werden. Hierher gehört das Modell eines Thereminapparates zur Erläuterung der „Ätherwellenmusik", ferner das in zwei Formen vertretene Trautonium.

Im gleichen Raum sind verschiedene Viertelton-Instrumente aufgestellt, u. a. auch ein Reinharmonium nach Eitz, das 52 Töne innerhalb einer Oktave aufweist.

(Die Instrumente werden anschließend an die im Musiksaal gegebenen Erklärungen vorgeführt.)

Raum 201: Musiksaal

Der Saal faßt die Entwicklung der Tasteninstrumente in besonders eindrucksvoller Weise zusammen. Klaviere, Harmoniums und Orgeln werden in regelmäßigen Vorführungen vom Saalwart gespielt und erläutert.



Bibelregal

Die Entwicklung des Klaviers beginnt im 15. Jahrhundert mit dem Clavichord. Der zarte Ton wird hierbei durch Andrücken eines an der Taste befestigten Messingplättchens an die Saite bewirkt. Dann folgt das Spinett, bei dem die Saite durch einen kleinen zugespitzten Federkiel angerissen wird, wodurch zitherähnliche Töne entstehen. In Flügelform gebaut erhielten derartige Instrumente die Bezeichnung Kielflügel oder Cembalo. Hierher gehört auch die Nachbildung des Flügels Johann Sebastian Bachs. Die dritte Gattung bilden die Hammerklaviere, bei denen ein kleines Hämmerchen bei Niederdrücken der Taste die Saite anschlägt. Die Entwicklung der Hammerklaviere zeigen ein Reiseklavierchen aus der Zeit Mozarts, ein aufrechtstehendes Klavier aus Beethovens Zeit, eine mit sechs Pedalen für Pauken, Cinellen usw. ausgerüstete „Giraffe" und schließlich ein neuzeitlicher Konzertflügel.

Beim Harmonium werden die Töne dadurch erzeugt, daß verschieden große Metallzungen durch einen Luftstrom zum Schwingen gebracht werden. Aus den alten Schnarrwerken und Bibelregalen haben sich die heutigen Druckluft- und Saugluft-Harmoniums entwickelt.

Den Abschluß bildet die Darstellung der Orgel. Neben dem Modell einer altgriechischen Wasserorgel folgen Beispiele früherer Orgeln und Spieltische, zum Teil mit Fausttasten. Man unterscheidet feststehende „Positiv"-Orgeln und tragbare „Portativ"-Orgeln. Auf der Empore ist unter anderem eine Kirchenorgel aus dem Jahre 1630 mit einem Manual und neun Registern aufgestellt.

Neben dem Saaleingang befinden sich Spieltisch und Pfeifenwerk einer elektro-pneumatischen Fernorgel von Steinmeyer. Die zum ersten Manual gehörigen Pfeifen sind im Raum sichtbar, die des zweiten Manuals, hinter der Wand im Turm eingebaut, werden durch die zur Lautstärkeregelung dienenden Schwellbretter verdeckt.

Raum 202—203: Musikautomaten

Außer Spieluhren mit Glasglocken oder Pfeifen sind Spieldosen mit Metallzungen vorhanden. Vielfach wurden Spielwerke und Drehorgeln mit beweglichen Figürchen belebt, so z. B. beim „Knödelfresser" und „Vogelbaum". Bemerkenswert ist hier auch der berühmte Trompeter-Automat von J. G. Kauffmann 1810.

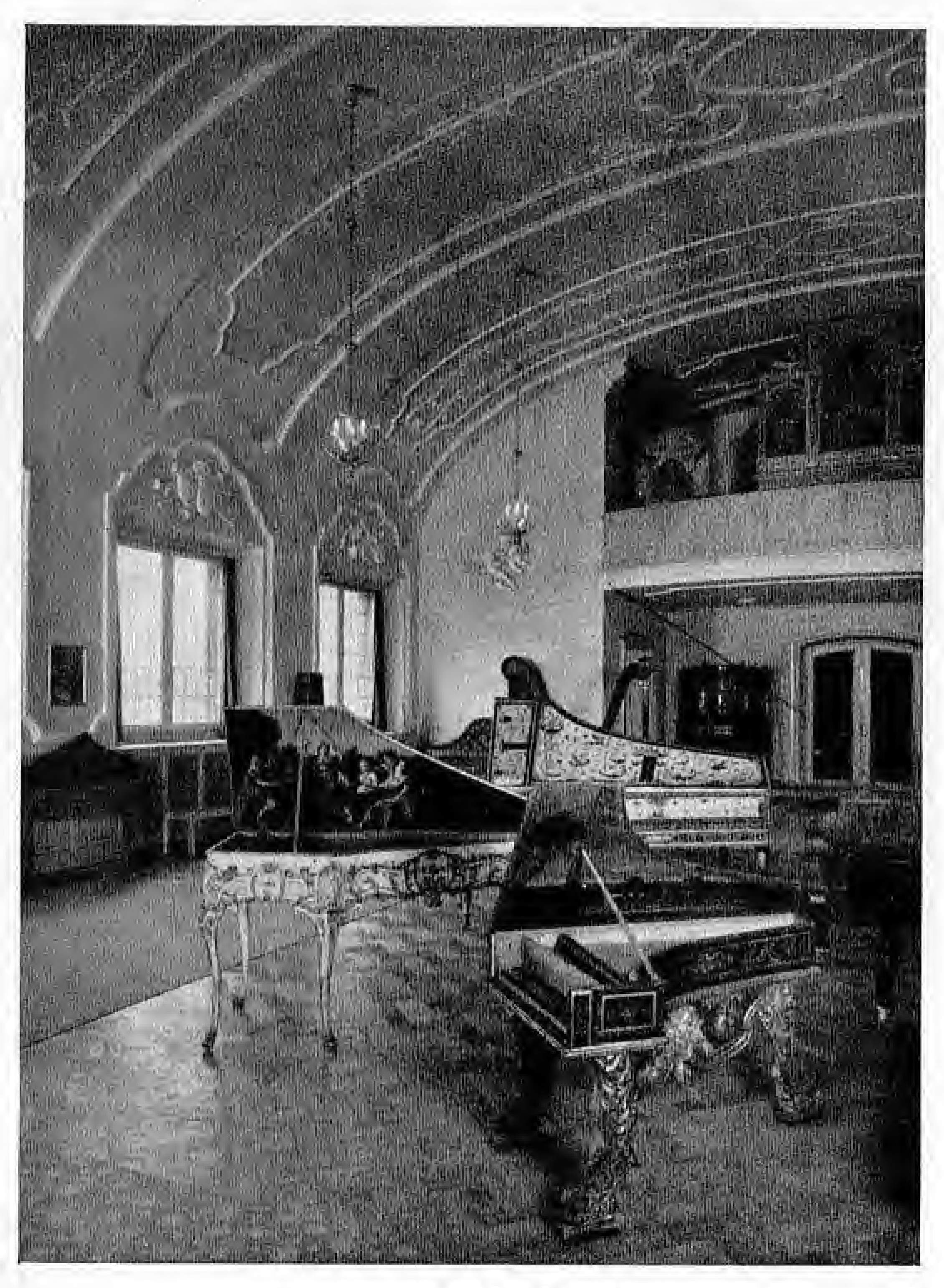
Während die älteren Musikautomaten meist durch Stiftwalzen oder gestanzte Blechscheiben gesteuert wurden, ging man später zu gelochten Pappestreifen oder Papierrollen über. Dies führte zur



Trompeter-Automat von Kauffmann, 1810

hohen Vollendung bei den pneumatischen Klavieren und Flügeln. Besonders sei ein Klavier- und Violinspielautomat von Hupfeld, sowie ein Bechstein-Welte-Reproduktionsflügel genannt.

Raum 204—205: Zur Zeit im Ausbau



Aus dem Musiksaal



Alchimistisches Laboratorium

CHEMIE

Raum 206: Alchimistisches Laboratorium

Ein gotischer Gewölberaum führt uns die Arbeitsstätten der Alchimisten des 16. Jahrhunderts vor Augen. In solchen „Hexenküchen" wurden an offenen Herden die auch heute noch üblichen chemischen Verrichtungen, wie Schmelzen, Verdampfen, Lösen, Kristallisieren, Destillieren, Sublimieren mit einfachen Geräten vorgenommen. Die Grundformen der Retorten, Vorlagen, Schmelztiegel, Mörser, Seiher, Waagen usw. sind im wesentlichen bis in unsere Zeit erhalten geblieben.

Raum 207 — 209: Destillier- und Sublimiergeräte

In dem anschließenden Umgang sind weitere chemische Gerätearten einzeln dargestellt. Neben dem Destillieren, das der Reinigung flüssiger Stoffe dient, ist das für feste Stoffe angewendete Sublimieren veranschaulicht.

Besondere Beachtung verdienen die fortlaufend gezeigten chemischen Präparate, die entsprechend den Zeitabschnitten, in denen sie bekannt wurden, zusammengefaßt sind.

Aus dem Bild eines „Kräutergartens" ist ersichtlich, daß im 16. und 17. Jahrhundert vielfach die Tätigkeit des Chemikers gleichzeitig die des Apothekers und des Arztes war. Ein Destillierherd, wie ihn das Bild zeigt und wie sie besonders zur Herstellung ätherischer Öle aus Pflanzen verwendet wurden, ist in naturgetreuer Nachbildung aufgestellt.

Um den steigenden Ansprüchen Genüge zu leisten, baute man die chemischen Apparate in größeren Formen. Die Herde wurden als Füllöfen für reichlichen Kohlenvorrat gebaut, so daß sie dauernd in Betrieb gehalten werden konnten.

Raum 210: Laboratorium des 18. Jahrhunderts

Mit dem 18. Jahrhundert beginnt die Chemie einen selbständigen Zweig der Naturwissenschaft zu bilden. Neben den bisher üblichen Apparaten und Arbeitskaminen fallen die Einrichtungen zum Experimentieren mit Gasen auf. Wichtig sind hier die Versuche des großen französischen Chemikers Lavoisier, der das Wesen der Verbrennung erforschte und richtig als Oxydationsvorgang erklärte.



Fensternische im Alchimistischen Laboratorium



Liebig-Laboratorium

Raum 211: Liebig-Laboratorium

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entsteht das für die Folgezeit grundlegende Unterrichtslaboratorium. Verschiedene Einrichtungen sind denen im Gießener Laboratorium Liebigs genau nachgebildet, so vor allem die Digestorienherde mit ihren Abzügen, die bei Gasentwicklung eine Belästigung oder Vergiftung des Chemikers verhüten.

Besonderen Wert erhält der Raum durch eine Reihe von Originalgeräten berühmter Forscher dieser Zeit, wie Berzelius, Liebig, Wöhler, Mitscherlich, Bunsen u. a.

Raum 212: Chemie der neueren Zeit

Da es infolge der ungewöhnlichen Mannigfaltigkeit heutiger chemischer Arbeitsräume ganz unmöglich ist, ein typisches Laboratorium unserer Zeit als einen einzigen Raum zusammenzustellen, so hat man sich auf die Darstellung der wichtigsten chemischen Arbeiten und Untersuchungsmethoden beschränkt.

Eine Reihe von anschaulichen Versuchen gibt Aufschluß über Analyse oder Zerlegung und Synthese oder Aufbau von Stoffen. Ebenso sind die hierfür geschaffenen Geräte neben den weiteren Hilfsmitteln des neuzeitlichen Chemikers aufgestellt und erklärt.

Raum 213: Aufbau der Materie

Außer den Apparaten, die zur Erforschung des Aufbaues von Molekül und Atom dienten, sind die grundlegenden Gesetze und Erkenntnisse bis zu den jüngsten Ergebnissen dargelegt.

Von der Decke herab hängen Modelle zur Erläuterung der Struktur einiger chemischer Stoffe. So sieht man die Zusammensetzung des Benzols und des Chloroforms. Außerdem ist durch je ein Modell des Methyläthers und des Alkohols gezeigt, daß trotz der in beiden Fällen gleichen Bestandteile je nach dem Zusammenhang der Atome ganz verschiedene Stoffe vorliegen können.

Besonderen Wert stellt ein Schrank in der Mitte des Raumes dar, der die etwa neunzig bisher entdeckten Elemente vom einfachsten, dem Wasserstoff, bis zum kompliziertesten, dem Uran, enthält.

Raum 214: Anorganische chemische Industrie

Die anorganische Chemie, die sich mit allen nicht vom Kohlenstoff abgeleiteten Produkten befaßt, ist durch chemische Industrieanlagen aus verschiedenen Zeitabschnitten vertreten. Man sieht die Gewinnung von Salpeter, von Soda, ferner die sehr wichtige Herstellung der Schwefelsäure nach alten und neuen Verfahren. An einem Gesamtmodell in der Saalmitte ist die Gewinnung des Ammoniaks aus der Luft nach Haber-Bosch erläutert.

Auch die Herstellung der bedeutendsten künstlichen Düngemittel, wie Ammonsulfat, Kalkstickstoff, Superphosphat, ist aus verschiedenen Modellen ersichtlich.

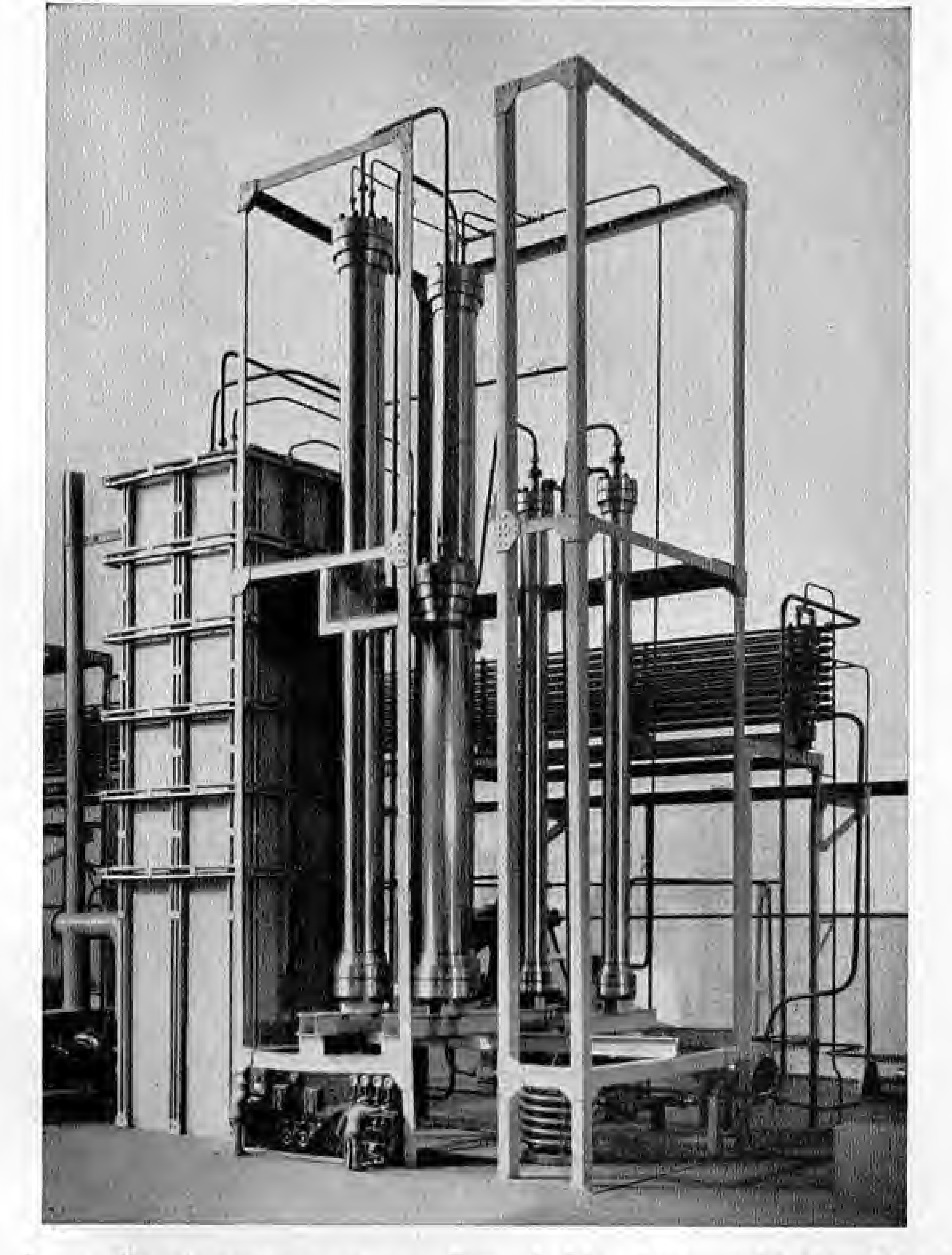
Viele chemische Prozesse werden durch die Anwendung starker elektrischer Ströme ermöglicht. So sind elektrische Ofenanlagen für die Gewinnung von Salpetersäure aus Luft, für die Herstellung von Calcium-Carbid sowie von Aluminium und Natrium aufgestellt.

Raum 215: Ehrenraum der chemischen Industrie

Neben den Bildnissen der bedeutendsten industriellen Chemiker und den wichtigsten in Prunkschränken zur Schau gestellten Erzeugnissen dieser Industrie sind Beispiele der Farbenwelt in der Natur und der künstlich erzeugten Farben gegeben.

Der Mittelschrank bringt prächtige Beispiele aus der Welt der Mineralien und aus der Tierwelt, z. B. die Farben der Vögel, der Wassertiere und der Insekten.

Demgegenüber findet man die von der Industrie erzeugten künstlichen Farben in ihrer Anwendung beim Färben aller erdenklichen Erzeugnisse. Auch der Werdegang künstlicher Edelsteine ist hier angedeutet.



Leuna-Benzingewinnung aus Braunkohle. Teilansicht des Modells

Raum 216: Organische chemische Industrie

Eine außerordentlich klare Übersichtstafel gibt Aufschluß über die Entstehung wichtiger Stoffe der chemischen Industrie. Man kann leicht ableiten, woraus die unten angebrachten Endprodukte

bestehen und anderseits feststellen, wozu die obenbefindlichen Rohstoffe dienen.

Da jedoch auf dieser Tafel nur einige der bedeutendsten chemischen Erzeugnisse genannt werden konnten, wurde für die Produkte des Steinkohlenteers ein eigener Stammbaum aufgebaut, der die ganze Längswand des Saales einnimmt. Man sieht hier, wie bei der Verarbeitung der Steinkohle, die früher nur auf die Gewinnung von Koks und Gas abzielte, eine Fülle wertvoller Nebenprodukte gewonnen wird: so vor allem Farbstoffe, Heilmittel, Riechstoffe, Produkte des täglichen Gebrauchs und vielerlei neue Werkstoffe. Die wichtigsten der hier gezeigten 500 Erzeugnisse sind durch vergoldete Sockel hervorgehoben.

Ein schematisches Modell längs der Fensterwand zeigt in einzelnen Stufen den Verlauf der Herstellung der Teerfarben vom Steinkohlenteer bis zur Färberei und die dazugehörigen Zwischenprodukte.

In einigen weiteren Kästen ist die Gewinnung von natürlichen und künstlichen Farbstoffen verglichen, so der natürliche und synthetische Indigo, eine Krappmühle und die künstliche Alizarinherstellung, natürlicher und künstlicher Kautschuk (Buna).

Bemerkenswert ist ein Modell der Benzingewinnung aus Braunkohle nach dem Leuna-Verfahren (Kohle-Verflüssigung).

Raum 217: Riechstoffe

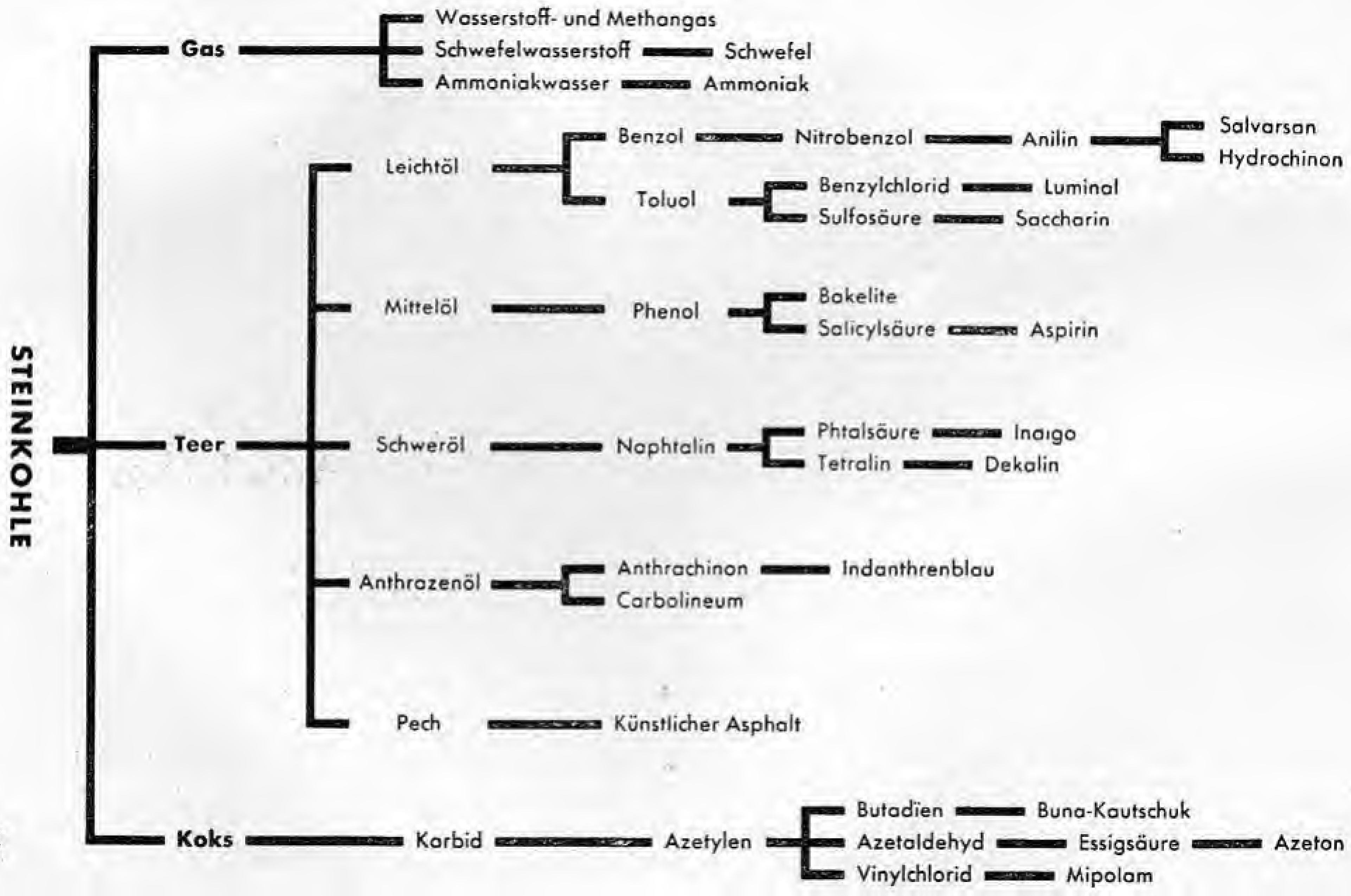
Den natürlichen Riechstoffen, die aus Kräutern, Wurzeln, Hölzern, Blättern, Blüten, Samen, Früchten und auch Tierdrüsen gewonnen werden, stehen die chemisch aufgebauten synthetischen Riechstoffe gegenüber.

Die Eigenschaften beider Gruppen können an verschiedenen Proben praktisch nachgeprüft werden.

Ein orientalischer Riechstoffbazar und eine antike Salbnische geben weitere Beispiele zur Geschichte der Wohlgerüche und kosmetischen Mittel.

Raum 218: Nahrungsmittel-Chemie

An den Wänden ist die Arbeitsweise der Verdauungs- und Atmungsorgane durch Tafeln, Schnittmodelle und Präparate veranschaulicht. Den Nährwert der einzelnen Nahrungsmittel bringt der Mittelschrank zur Darstellung. Auf Tellern befinden sich gleiche Mengen der einzelnen Nahrungsmittel, beginnend mit der Butter und endigend bei den wasserreichen Nahrungsmitteln, wie Salat und Gurken, geordnet nach ihrem, in Kalorien ausgedrückten Nähr-


STEINKOHLE
Gas
Wasserstoff- und Methangas
Schwefelwasserstoff
Schwefel
Ammoniakwasser
Ammoniak
Teer
Leichtöl
Benzol
Nitrobenzol
Anilin
Salvarsan
Hydrochinon
Toluol
Benzylchlorid
Luminal
Sulfosäure
Saccharin
Mittelöl
Phenol
Bakelite
Salicylsäure
Aspirin
Schweröl
Naphtalin
Phtalsäure
Indigo
Tetralin
Dekalin
Anthrazenöl
Anthrachinon
Indanthrenblau
Carbolineum
Pech
Künstlicher Asphalt
Koks
Karbid
Azetylen
Butadien
Buna-Kautschuk
Azetaldehyd
Essigsäure
Azeton
Vinylchlorid
Mipolam

wert. Die in den einzelnen Nahrungsmitteln enthaltenen Stoffe werden in den dahinter stehenden Gläsern gezeigt. Dabei bedeutet gelb: Fett, rot: Eiweiß und blau: Kohlehydrat. Auch die gesundheitswichtigen Vitamine sind dort angegeben. Bei jedem Teller ist außerdem der für 1000 Kalorien des betreffenden Nahrungsmittels erforderliche Geldbetrag ersichtlich.

Weitere Zusammenstellungen über Nahrungsmittelkonservierung und mikroskopische Untersuchungen vervollständigen diese Gruppe.

Raum 219: Arzneikunde

Der als Apotheke aus dem 18. Jahrhundert ausgestattete Raum zeigt in Gefäßen und Schubkästen die damals verwendeten Arzneimittel. Man teilte sie in Vegetabilia (Pflanzenstoffe), Animalia (tierische Stoffe), Mineralia und Chemicalia (mineralische und chemische Stoffe) ein. Auf Pulten und Tischen sind Apothekergeräte aller Art verteilt. In einem Pultschrank am Fenster findet man verschiedene Kuriositäten. Hier liegt auch das älteste deutsche Herbarium von 1574. Die Rückwand des Raumes birgt die neuzeitlichen Arzneimittel mit Angabe ihres Zweckes.



Apotheke des 18. Jahrhunderts



Ehrenraum der Photographie

PHOTOGRAPHIE

Raum 220: Ehrenraum der Photographie

Neben den Bildnissen der Pioniere der Photographie: Schulze, Niépce, Daguerre, Talbot, Steinheil, Petzval, Voigtländer enthalten die Wandschränke dieses Raumes wertvolle Originalapparate und Bildproben aus jener Zeit.

Hervorzuheben ist die erste 1839 nach Deutschland gelangte Kamera L. J. M. Daguerres mit dessen Unterschrift, ferner die zylindrische Pappe-Kamera, womit Franz von Kobell und C. A. von Steinheil 1839 die ersten photographischen Aufnahmen in Deutschland in Form von Papiernegativen herstellten, sowie eine Gesamtausrüstung für Daguerreotypie von Friedr. von Voigtländer mit kegelförmiger Metallkamera aus dem Jahre 1841.

Die Pultschränke in der Saalmitte bergen reizvolle Daguerreotypien und Beispiele weiterer Verfahren der früheren Photographie, so z. B. der Ambrotypien auf Glas, der Pannotypien auf Wachstuch, der Ferrotypien auf schwarzem Blech und der Talbotypien auf Papier.



Photographisches Atelier um 1860

Den Abschluß des in diesem Raum behandelten Zeitabschnittes bildet die Büste H. W. Vogels, des Erfinders der Orthochromasierung. Vogels Entdeckung aus dem Jahre 1873 ist nicht nur die Grundlage für die farbwertrichtige Wiedergabe in der Schwarz-Weiß-Photographie, sondern auch die Voraussetzung der Farbenphotographie und der Ultrarotphotographie.

Raum 221: Die Aufnahme

Zunächst erinnern zwei hübsche Modelle daran, daß der Atelierphotograph um 1860 mit Kopfstützen und gemalten Hintergründen arbeitete und der Landschaftsphotograph sein Entwicklungszelt mit allem Zubehör mitführen mußte.

Eine Reihe von optischen Lehrbeispielen gibt anschließend in einfachster Weise Aufschluß über die Lochkamera, die Linsenkamera, den Strahlengang, die Brennweite, die Lichtstärke, die Scharfeinstellung, die Blende sowie über optische Abbildungsfehler und ihre Behebung.

Raum 221 a: Photographische Apparate

In der Mitte des Raumes sind die wesentlichen Bauarten des photographischen Apparates von der Atelierkamera bis zur Kleinbildkamera gezeigt. Aus den einzelnen Gruppen sind zu nennen: Kasten-, Magazin-, Spreizen-, Laufbodenkameras, Apparate zum

Photographieren aus der Luft, Panorama-, Spiegel-, Rollfilm-, Geheim- und Kleinkameras samt Vergrößerungseinrichtungen. Der Siegeszug der Kleinbildphotographie begann mit der Leica, deren erste Form, 1914 von Oskar Barnack konstruiert, in der Sammlung steht.

Eine Wandnische und vier Pulte bergen die wichtigsten Objektivtypen von den „Kanonenrohren" der Frühzeit bis zu den jüngsten Konstruktionen, wobei neben den Normalobjektiven auch Weitwinkel- und Fernobjektive zu finden sind.

Die gegenüberliegende Seite enthält Verschlüsse, vor allem die verbreiteten Schlitz- und Zentralverschlüsse. Besonders lehrreich sind dabei betriebsfähige durchsichtige Großmodelle der Compound- und Compurverschlüsse.

Weiterhin sind Stative, Kassetten, Sucher und Entfernungsmesser ausgestellt. Auch hier zeigt eine Großausführung die Arbeitsweise eines Entfernungsmessers mit Schwenkprisma.

Erwähnt sei ein Polarisationsfilter zur Beseitigung störender Spiegelungen bei der Aufnahme.



Aus der Entwicklung der Verschlüsse



Geheimkamera im Spazierstock, um 1880

Raum 221 b: Photographische Verfahren

Das Negativ. An Durchsichtsbildern ist die schrittweise Vervollkommnung der photographischen Schichten erläutert. Nach den ersten Naßverfahren um 1850, wobei die lichtempfindlichen Stoffe durch Kollodium mit der Glasplatte verbunden waren, kamen um 1870 die ersten Trockenplatten auf, deren Bindemittel Gelatine ist.

Vergleichsaufnahmen, die von derselben Vorlage (einem Landschaftsmodell und einer Puppe) gemacht sind, zeigen die Unterschiede von gewöhnlicher, orthochromatischer und panchromatischer Schicht.

Weiterhin ist die Lichthofbildung und deren Beseitigung durch Farbstoffschichten erläutert. Es folgen Beispiele hart und weich arbeitender Schichten. Den Abschluß bildet die Darstellung des Umkehrverfahrens, das die unmittelbare Herstellung von Positiven bezweckt und beim Schmalfilm, Farbfilm und den Papierbildern des Photomaton-Apparates verwendet wird.

Auf der Fensterseite finden wir einen vollständigen Arbeitsplatz für Schalenentwicklung und eine Einrichtung für Tankentwicklung.

Das Positiv. Zwei lange Pulttafeln zeigen Beispiele der beiden Grundarten: der Auskopierpapiere und der Entwicklungspapiere. Darüber hängen historische Aufnahmen der einzelnen Verfahren, wobei auch Pigmentdruck, Gummidruck und Bromöldruck vertreten sind.

Außerdem wurden hier die Meßgeräte zur Bestimmung der Empfindlichkeit photographischer Schichten aufgestellt, so das Scheiner-Sensitometer mit der Stufenscheibe und die Din-Einrichtung mit Fallverschluß.

Ein Pult enthält die Belichtungsermittler. Die subjektiven sind: Tabellen und optische Messer, die objektiven: chemische und elektrische Messer.

Raum 221c: Sondergebiete der Photographie

Mikrophotographie. Neben älteren Mikroaufnahmen finden wir die Ergebnisse der gegenwärtigen Technik. Wir sehen Lupenaufnahmen geringer Vergrößerung und eigentliche Mikrobilder von etwa 2500facher Größe, wie es bei Bakterienaufnahmen nötig ist. Man unterscheidet Bilder im Auflicht und Durchlicht, Aufnahmen im Hellfeld und Dunkelfeld. Zwei Arten mikrophotographischer Apparate sind gegenübergestellt: eine liegende Anordnung nach A. Köhler von C. Zeiss und eine stehende, der Panphot von E. Leitz.



Knopflochkamera von C. P. Stirn, 1886



Arbeitsplatz für Schalenentwicklung

Ultraphotographie. Hier wird gezeigt, daß unser Auge nur einen begrenzten Teil des Spektrums sehen kann, daß aber die photographische Schicht unter bestimmten Bedingungen die unsichtbaren Gebiete jenseits des Violett und des Rot festhalten kann.

Eine Tafel bringt Vergleiche von gewöhnlichen, Ultraviolett- und Ultrarotaufnahmen, besonders auch von Gebirgs- und Fernaufnahmen.

Röntgenphotographie. Die photographische Schicht ist imstande, die durch Röntgenstrahlen entstehenden Schattenbilder festzuhalten. Auf diese Weise können Materialprüfungen vorgenommen, z. B. Metallstücke auf innere Fehler genau untersucht werden, Fälschungen aufgedeckt und Übermalungen festgestellt werden. Ein unschätzbares Hilfsmittel ist die Röntgenphotographie für den Arzt, der damit nicht nur Verletzungen, Knochenbrüche, Fremdkörper usw. einwandfrei feststellen, sondern auch den Zustand der inneren Organe prüfen kann. Das Fensterpult belehrt über die Grundarten der Röntgenaufnahmetechnik und zeigt Röntgens erste Aufnahmen 1895/96.

Stereophotographie. Um einen räumlichen Eindruck zu erhalten, muß man zwei von verschiedenem Standpunkt aufgenommene Bilder betrachten. Dies kann vor allem durch das Spiegel-, das Linsen- oder das Rot-Grün-Stereoskop geschehen. An verschie-



Reproduktionskameras



Photomaton und Stereophotographie

denen Beispielen ist die Entwicklung der Aufnahme- und Betrachtergeräte zu sehen.

Reproduktionsgeräte. Für das graphische Gewerbe sind besonders zuverlässige und vielseitige photographische Apparate für große Plattenformate erforderiich. Um die Aufnahme vor Erschütterungen zu bewahren, sind die Geräte schwer gebaut oder mit sog. Schwingstativ versehen. Dieses abgefederte Schwingstativ ist an einer liegenden Einrichtung zu sehen. Eine stehende Ausführung ist mit automatischer Scharfeinstellung ausgerüstet.

Photographie-Automaten. Dem ersten Automaten „Bosco" von Conrad Bernitt 1894 steht der neuere „Photomaton" gegenüber. Während der erste Ferrotypien, also Blechbilder, lieferte, erhält man im Photomaton Papierbilder im Umkehrverfahren.

Lichtpausverfahren. Zwei Fensterpulte zeigen die Entwicklung des Lichtpausens (Blau- und Sepiapausen, Negrographien, Eisengallus-, Ozalid- und Safirpausen) sowie die Photographie auf Aluminium, die wetterfeste Bilder, z. B. Pläne, Skalen, Zifferblätter usw. liefert.

Raum 221 d: Farbenphotographie

Da eine große Anzahl der Farbverfahren mit Kameras gewöhnlicher Bauart ausgeführt werden können, sind hier nur solche Apparate aufgestellt, die eine Sonderform aufweisen. Es handelt

sich um Kameras mit drei Farbfiltern, wobei entweder die drei Teilaufnahmen nacheinander, etwa mit einer Schlittenvorrichtung (z. B. Miethe-Kamera) oder gleichzeitig durch Teilung des Lichtes mittels halbdurchlässiger Spiegel (z. B. Bermpohl-Kamera) erfolgt.

Im übrigen ist der Raum in zwei Abschnitte geteilt: der erste behandelt die Aufsichtsbilder auf Papier, der zweite die Durchsichtsbilder für Projektion.

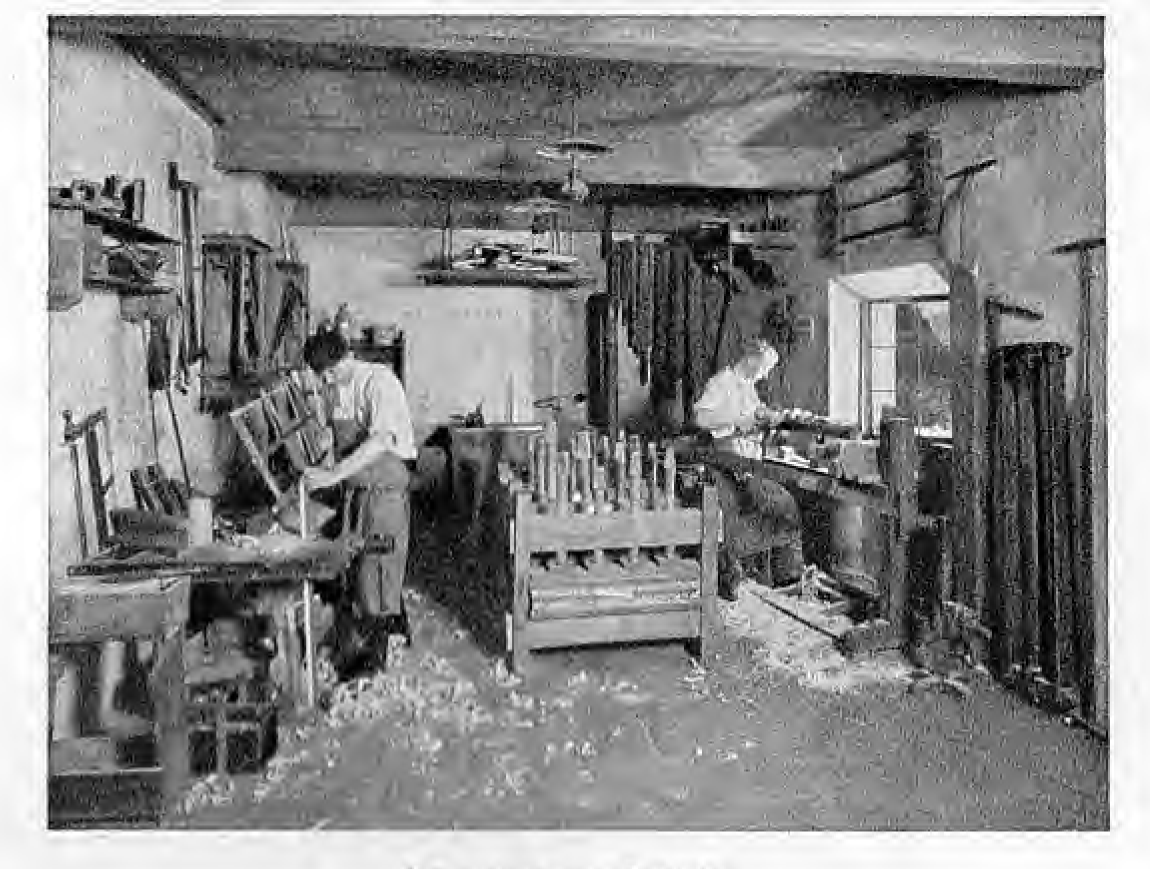
Zu den ältesten Farbphotographien auf Papier zählen die mit Wasserfarben handkolorierten Schwarz-Weiß-Bilder. Erst seit Beginn unseres Jahrhunderts gelangen rein technisch hergestellte Farbaufnahmen, die durch Übereinanderlegen von drei Teilfarbenbildern entstehen. Die Beispiele bringen u. a. die größten Farbaufnahmen nach dem Duxochromverfahren.

Um die Wirkung der Durchsichtsbilder praktisch zu veranschaulichen, sind Projektionsapparate aufgestellt. Sie zeigen die Entwicklung seit dem ersten Dreifarbenprojektor von A. Miethe 1904 mit drei Teilapparaten für Blau, Grün und Rot, bis zum heutigen Kleinbildprojektor. Eine Leuchtwand enthält Proben der einzelnen Verfahren, z. B. der Kornraster-, Linsenraster-, Farbentwicklungsverfahren, wobei wir Namen wie Lumière, Agfa, Kodak, Vitacolor, Berthon-Siemens begegnen.



Dreifarben-Projektionsapparat von Miethe

ZWEITES OBERGESCHOSS



Schreinerwerkstätte

Raum 222: Schreib- und Leseraum

Der Saal gewährt einen günstigen Einblick in die große Schiffbau- und Luftfahrthalle des Museums mit den beiden Galerien und den von der Decke herabhängenden Original-Flugzeugen.

BAUWESEN

BAU- UND WERKSTOFFE

Raum 223: Holzgewinnung

Zwei Wandbilder stellen den europäischen und den tropischen Wald mit ihren Holzarten gegenüber und lassen deren Verwendung erkennen. Die schematischen Wandtafeln geben Übersichten über Waldfläche, Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung und Wachstums-Unterschiede. Weiter sind die technischen Eigenschaften des Holzes und der Holzschutz veranschaulicht.

An dem Querschnitt eines etwa 300jährigen Eichenstammes in der Saalmitte lassen sich die Jahresringe deutlich erkennen. Zugleich kann man aus den beiden Tafeln, die an die Jahresringe skalenartig angelegt sind, die wichtigsten geschichtlichen Ereignisse während der Lebenszeit dieses Baumes ersehen.

Raum 224: Holzbearbeitung

In einer alten Schreinerwerkstätte sind alle Geräte aufgestellt, die der Holzbearbeitung durch Sägen, Hobeln, Bohren, Drehen, Leimen usw. im Laufe der Jahrhunderte dienten. Zwei Fenster geben Ausblicke auf einen Zimmerei-Werkplatz und eine Sägemühle.

Die neuzeitliche Holzbearbeitung benützt eine Reihe von Maschinen, die zum großen Teil die alten Werkzeuge ablösen und sie an Leistungsfähigkeit bedeutend übertreffen. Das Modell einer Sägewerksanlage zeigt die Verarbeitung der Baumstämme durch Band- und Gattersägen.

Betriebsfähige Maschinen, vielfach mit Absauge-Einrichtung, führen praktisch das Sägen, Hobeln, Fräsen und auch Schnitzen vor. Knappe Übersichten geben Aufschluß über die Herstellung von Möbeln, Drechslerwaren, Rädern, Fässern usw., sowie über die Technik des Beizens.

Raum 225: Bausteine

Zunächst sieht man die Gewinnung des Natursteins im Steinbruch und seine Verarbeitung durch Spalten, Sägen, Schneiden, Schleifen und Polieren. Die Schönheit und verschiedenartige Verwendbarkeit des fertig verarbeiteten Natursteines ist in einem kleinen Prunkraum vor Augen geführt.

Weiterhin folgen die künstlichen Steine. Man sieht das Formen und Brennen der Ziegel, sowie das Pressen der Schlackensteine und Kalksandsteine. Außerdem werden die Grundstoffe für die Herstellung von Mörteln gezeigt, nämlich Kalk, Gips und Zement, die aus Natursteinen durch Brennen gewonnen werden.

Neben vielerlei Steinproben und mikroskopischen Präparaten sind die wichtigsten Steinprüfmaschinen und -methoden erläutert. Geprüft wird die Widerstandsfähigkeit gegen Zug, Druck, Biegung, Säure, Witterungseinflüsse usw.

Raum 226: Keramik

Die Entstehung keramischer Erzeugnisse, deren Grundstoff Ton ist, wird an Modellen, Proben und Tafeln veranschaulicht.

Eine Aufbereitungsanlage zeigt das Zerkleinern und Mischen von Kaolin, Feldspat und Quarz in Mühlen und Rührwerken bis zur



Meißner Porzellan von Kaendler, 1760

Entstehung der keramischen Masse, aus der die verschiedenen Körper durch Gießen, Drehen, Einformen oder Pressen gestaltet werden.

Das geformte Stück wird in einem Brennofen durch längeres Erhitzen gehärtet. Soll es eine Glasur erhalten, so wird es nach dem ersten Brand mit einer Masse überzogen, die in einem zweiten Brand als aufgeschmolzene, festhaftende Glasschicht entsteht.

Zwei Modelle erklären die Einrichtung und Füllung eines Porzellan-Rundofens, sowie den Betrieb eines Tunnelofens mit fortlaufender Zufuhr und Entnahme, dessen Länge 50 Meter überschreitet.

Der Mittelschrank birgt wertvolle Fertigerzeugnisse von Töpferwaren, Steinzeug, Steingut und Porzellan.

Raum 227 a: Töpferwerkstätte

Neben zwei Töpferscheiben, die das Freiaufdrehen eines Tongefäßes durch die Hand des Töpfers ermöglichen, enthält der Raum weitere Werkzeuge und Einrichtungen, wie Tonwalze, Glasurmühle und einen Brennofen.

Raum 227 b: Glashütte um 1500

Die Nachbildung einer Glashütte aus der Zeit Agricolas zeigt die zur Erzeugung einfacher Glaskörper erforderlichen Mittel. Der kuppelförmige Ofen enthält unten die Holzfeuerung, darüber in feuerfesten Töpfen die flüssige Glasmasse, während der obere Teil zum langsamen Abkühlen der geformten Gläser dient.

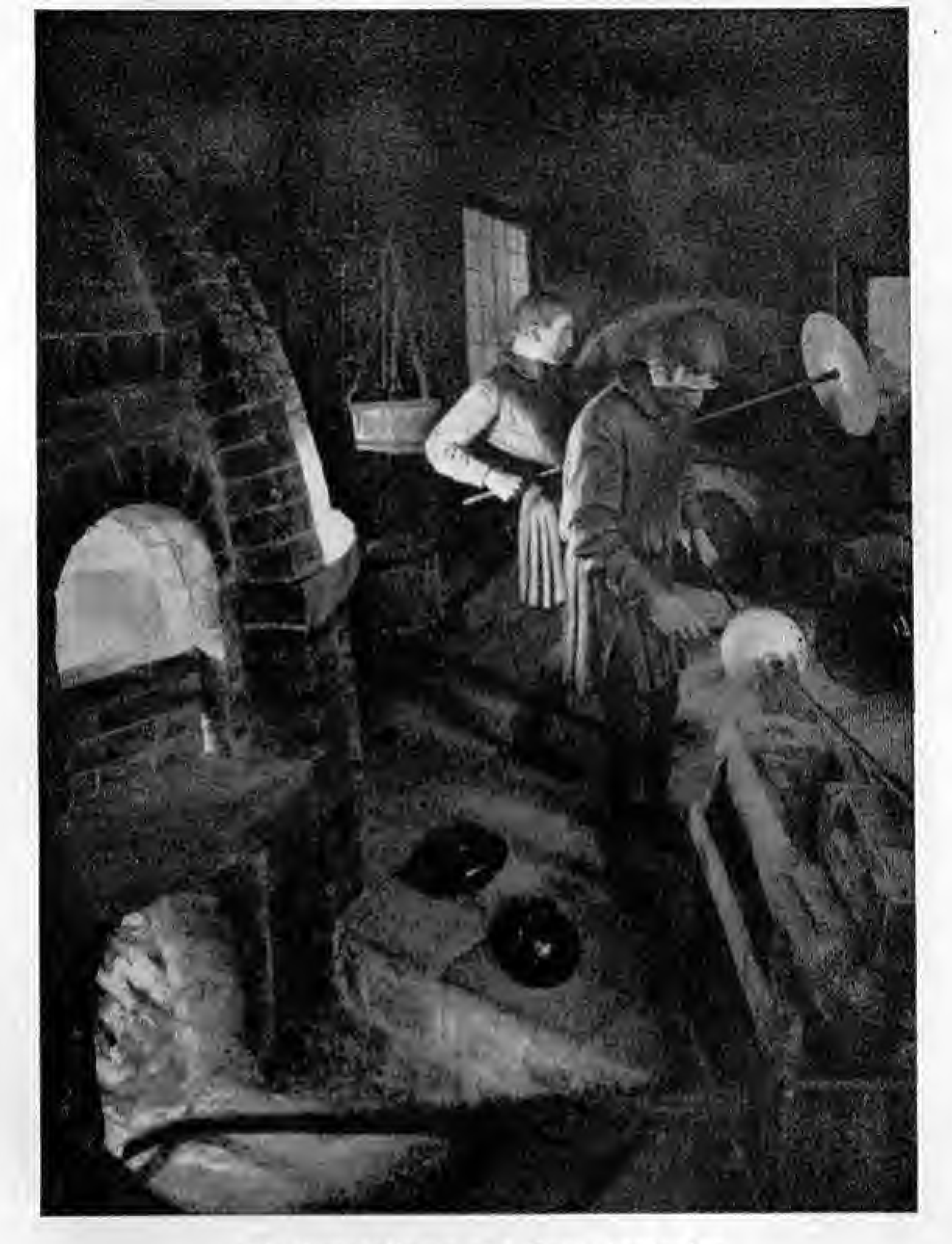
Der Glasbläser taucht in einen der Töpfe seine Pfeife und entnimmt damit eine kleine Menge flüssigen Glases. Beim Einblasen von Luft durch die Pfeife entsteht aus dem Glasposten ein Hohlkörper, der zu Kugeln, Kronen, Flaschen, Scheiben usf. weitergeformt wird.

Raum 228: Glasherstellung

Gläser entstehen als „starre Flüssigkeiten" durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit verschiedenen Metalloxyden. Aus Bildern und Modellen geht die Entwicklung der Schmelzöfen hervor, vom Kleinbetrieb bis zu den heutigen Wannenöfen für Massenherstellung.

Während Fensterverglasungen ursprünglich aus kleinen Stücken zusammengesetzt werden mußten, können durch das Zylinderglasverfahren oder durch Zieh-, Gieß- und Walzmethoden sehr große Scheiben erzeugt werden.

Desgleichen wird die Herstellung von Hohlgläsern erleichtert und dem Massenbedarf angepaßt durch die Glasblasemaschine, bei der die Lungenkraft durch Preßluft ersetzt ist und die einzelnen



Glasherstellung zur Zeit Agricolas

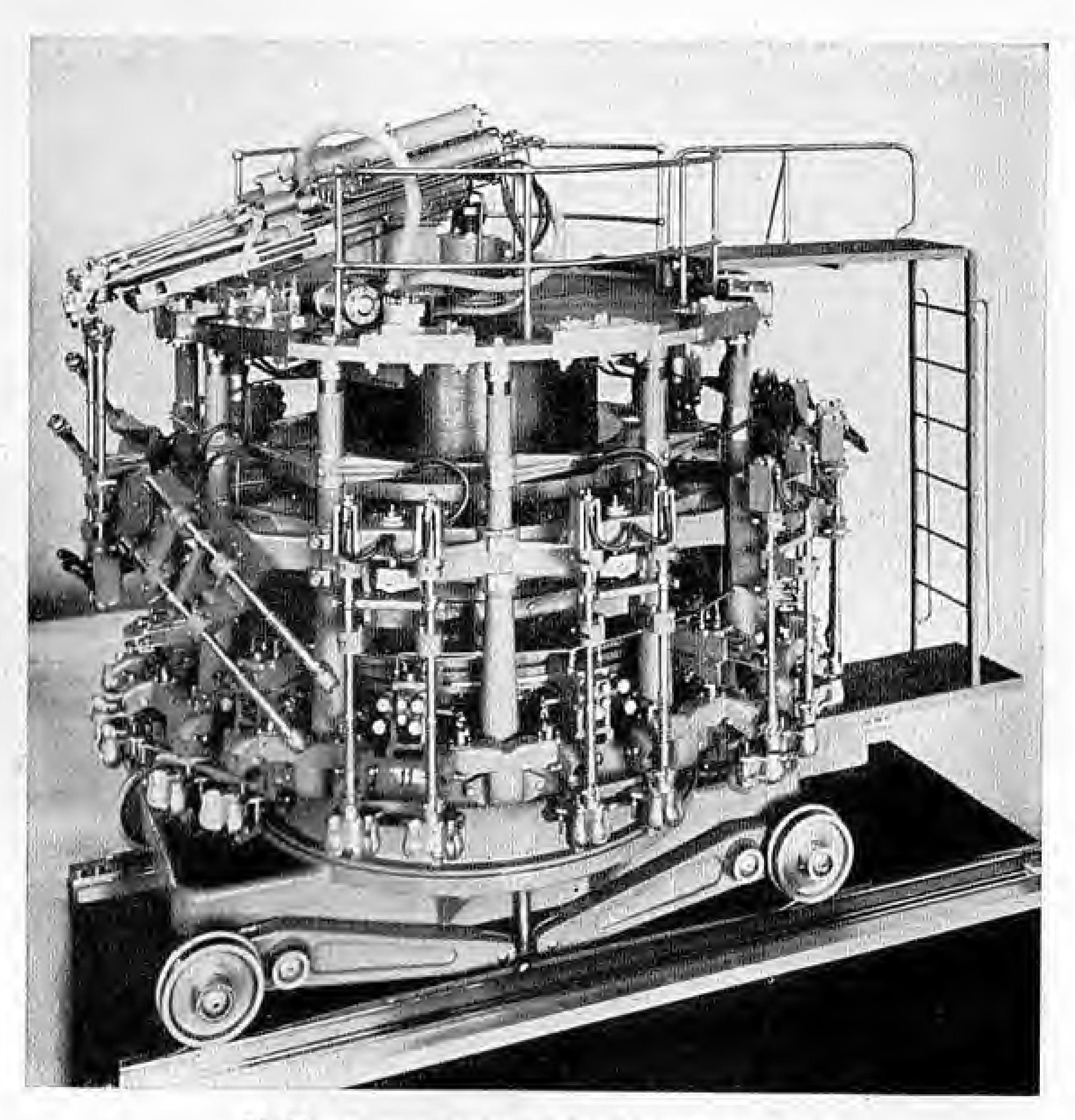
Arbeitsvorgänge durch Reihenanordnungen ineinandergreifen. So entstehen z. B. Flaschen oder Glühlampenkolben in rascher Folge und größter Gleichmäßigkeit.

Eine andere Art der Formgebung bildet das Pressen. Dabei wird dem flüssigen Glas in heißen Metallformen die gewünschte Gestalt gegeben, wie es bei billigen Tellern, Schalen, Vasen, Knöpfen usw. der Fall ist.

Der Verfeinerung oder Verzierung der Glasoberfläche dienen Schleifen, Polieren, Gravieren und Ätzen, was an vielerlei Beispielen des Mittelschrankes gezeigt wird.

Besondere Ansprüche in bezug auf optische Eigenschaften, Feuerfestigkeit, Säurebeständigkeit, Schlag- und Splittersicherheit usw. werden an die Spezialgläser gestellt, deren wichtigste Eigenschaften und Anwendungen zusammengestellt sind.

Zuletzt sei auf den Gebrauch des Glases als Baustoff und künstlerisches Ausdrucksmittel hingewiesen: wir finden es nicht nur als Boden- und Wandbelag, sondern auch in Form von Glasmalerei am Fenster und als Mosaik an der Decke des Saales verwendet.



Vollautomatische Glasblasemaschine



Modell einer Pfahlbauwohnung am Bodensee

HOCHBAU

Raum 229: Urwohnungen

Die einfachsten Behausungen des Menschen sind Höhlen, Hütten und Zelte. Wo natürliche Felsenhöhlungen fehlen, schafft sich der Mensch mit dürftigen Werkzeugen eine künstliche Wohnstätte und schutzgewährende Hütten unter Verwendung von Bäumen, Zweigen, Blättern und Moos. In den Polargebieten dienen neben Torf und Erde auch Eisblöcke als Baustoff im Winter, während die Sommerbehausung leichter gebaut und mit Tierfellen abgedeckt ist.

Volksstämme ohne festen Wohnsitz benützen von jeher die leicht abzubrechenden und aufzubauenden Zelte. Dem gleichen Zweck dienen Wohnwagen und Wohnschiffe.

Eine besondere Gruppe bilden die Pfahlbauten, die den Bewohnern unter anderem besseren Schutz vor Angriffen durch Mensch und Tier bieten. Neben Pfahlhäusern der Batak auf Sumatra, über trockenem Boden am Urwald errichtet, sind hauptsächlich die Pfahlbauten an Seen bekannt.

Raum 229a: Pfahlbau am Starnberger See

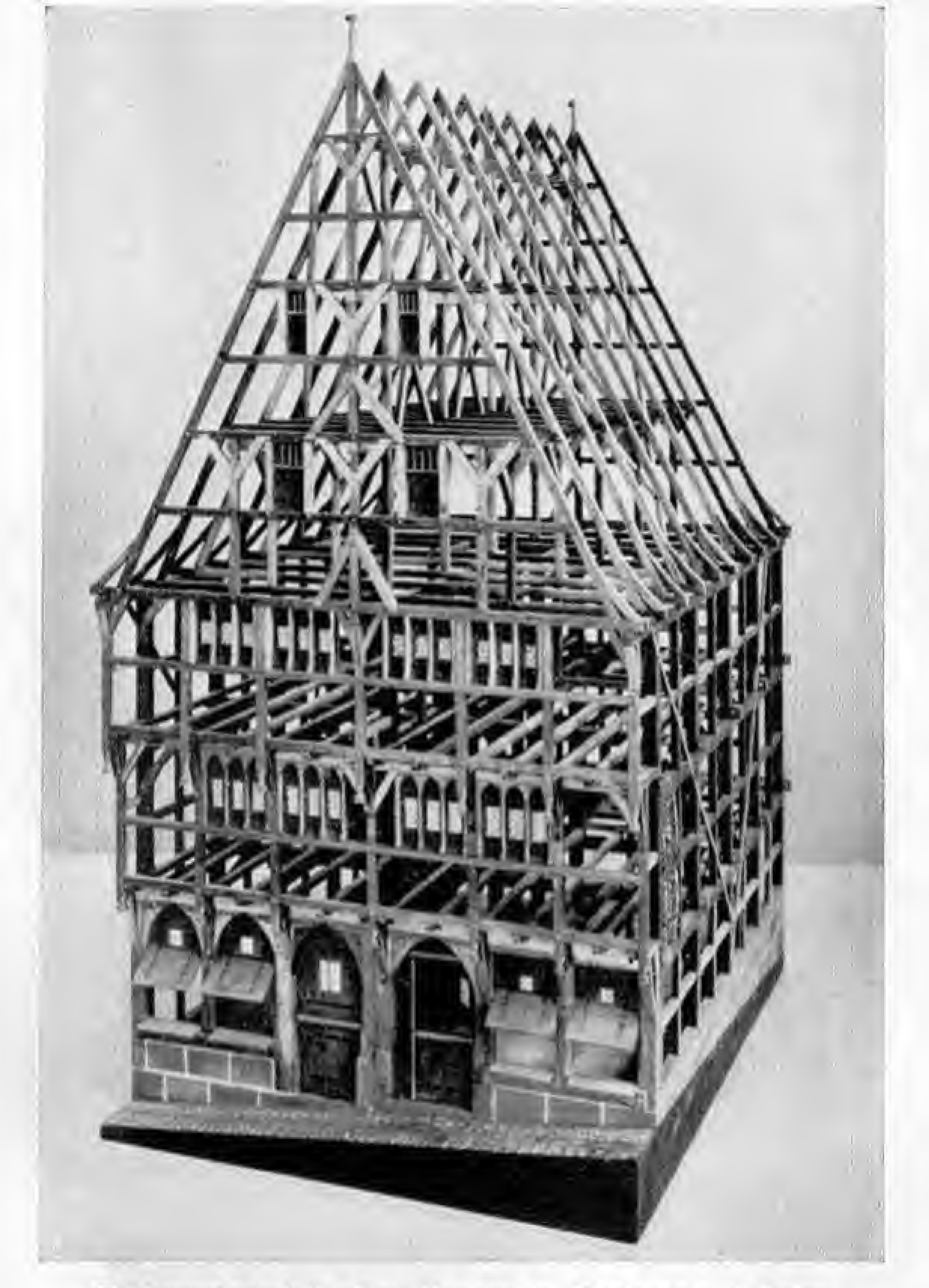
Dieser vorgeschichtliche Wohnraum mit Lehmwänden und Strohdach ist Schlafstelle, Küche und Werkstätte zugleich. Der Ausblick auf den See zeigt die weiteren Behausungen der Siedlung.

Man kann Block-, Stab- und Fachwerkbauten unterscheiden.

Beim Blockbau liegen unbehauene Stämme waagrecht übereinander, sich an den Hausecken überkreuzend, wobei die Fugen mit Moos und Binsen zugestopft werden.



Modell des Kammerzellerhauses in Straßburg



Fachwerkmodell eines Hauses in Marburg a. d. Lahn

Beim Stabbau sind zwischen senkrechten, auf Schwellen ruhenden Pfosten sogenannte Stabbretter eingefügt, wie es die im 14. Jahrhundert erbaute norwegische Kirche zu Gol zeigt.

Am vollkommensten ist der Fachwerkbau. Aus senkrechten Ständern, waagrechten Schwellen und schrägen Streben ist ein



Modell des Holstentores in Lübeck

fester Rahmen gefügt, dessen Zwischenfächer mit verschiedenen Stoffen ausgefüllt werden. So bei den Japanern mit Holzstäbchen, bei den Indern mit Flechtwerk, in unseren Gegenden mit Lehmflechtwerk oder mit Ziegeln, wie es von den prächtigen Fachwerk-

bauten in Nürnberg, Rothenburg, Dinkelsbühl, Hildesheim, Braunschweig usw. bekannt ist.

Welche Bedeutung der Holzbauweise bis in unsere Zeit herein zukommt, zeigen weitere Modelle von Dachstühlen, Hallenbauten, sowie Vermessungs- und Funktürmen.

Raum 231: Ziegelbau

Als Vorläufer des Ziegelsteins wurde bereits im Altertum der Lehm in luftgetrocknetem Zustand zur Herstellung von Mauern verwendet.

Bald lernte man, aus Lehm den Ziegel zu formen und zu brennen. Seine vielseitige Verwendbarkeit, Dauerhaftigkeit, Tragfähigkeit sowie seine günstigen Eigenschaften gegenüber Kälte und Schall machen ihn zu einem ausgezeichneten Baustoff.

Wir finden Modelle von Turm-, Tempel- und Kirchenbauten verschiedener Zeiten und Länder. Neben einem byzantinischen Kaiserpalast und einem Minarett aus Buchara sehen wir das Pantheon in Rom, die Frauenkirche in München, das Holstentor in Lübeck, ein Patrizierhaus in Lüneburg usw.

In unserer Zeit werden Ziegel nicht selten zur Ausfachung bei Eisenskelett- und Betonbauten herangezogen.

Raum 231 a: Zwei Steinbauten

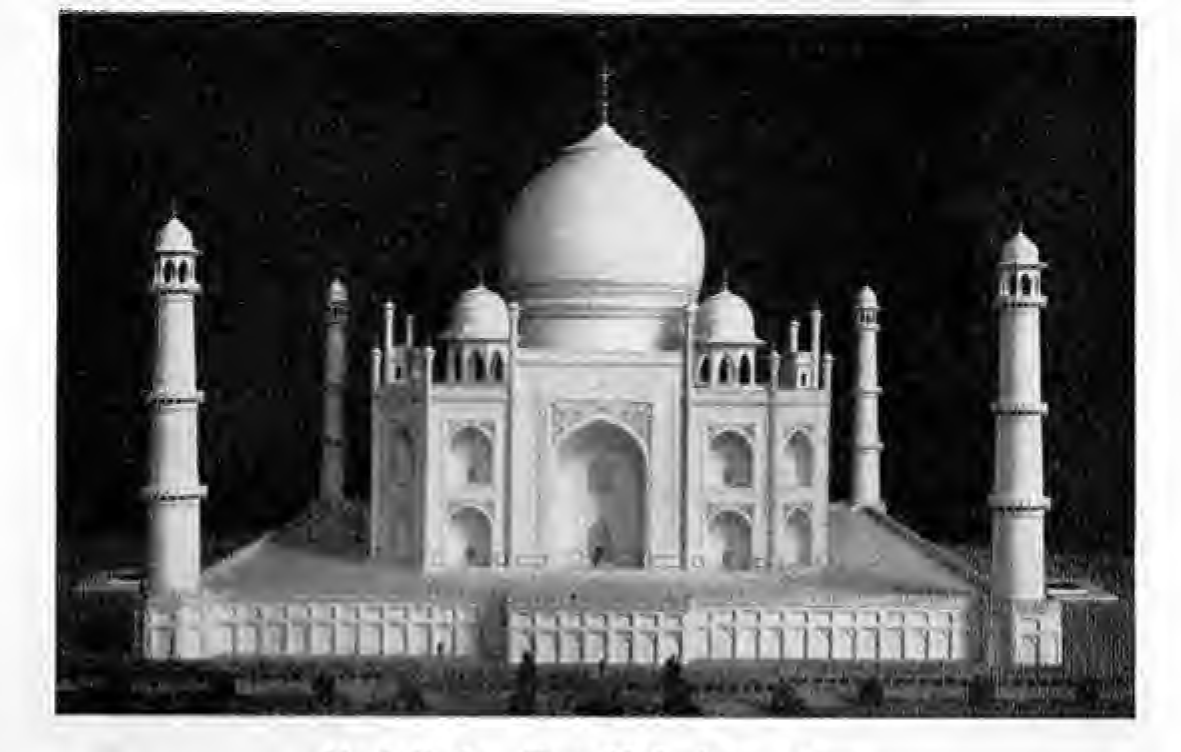
Links: die Pyramiden, die bedeutendsten altägyptischen Baudenkmale um 2800 v. Chr. errichtet. Das Modell der Cheopspyramide kann geöffnet werden, so daß die Anordnung der Gänge und Grabkammern im Innern sichtbar wird.

Rechts: der Taj Mahal zu Agra in Vorder-Indien, um die Mitte des 17. Jahrhunderts aus weißem Marmor als Grabmal erbaut.

Raum 232: Steinbau

Die Bauweisen, die der Naturstein ermöglicht, sind in Einzelbeispielen dargelegt. Vom ältesten Mauerwerk, das aus unbearbeiteten Steinblöcken, meist ohne Bindemittel zusammengefügt ist, schreitet die Entwicklung zum mittelalterlichen und neuzeitlichen Steinbau mit Haustein- und Quadermauerwerk fort. Den Abschluß bilden Steinplatten-Verkleidungen.

Modelle und Bilder geben Beispiele für Steingewölbe, Bögen und Säulen und zeigen berühmte Steinbauten vom Altertum bis in unsere Zeit. Als technischer Bau der Römer sei der Pont du Gard bei Nîmes genannt, als Kultbau der Goten das Grabmal des



Modell des Taj Mahal in Agra

Theoderich in Ravenna. Besonders hervorragende Zeugen mittelalterlicher Baukunst sind die romanischen und gotischen Dome und Münster. Auch in der Neuzeit sind Kirchen, Schlösser und öffentliche Bauwerke in großem Umfang aus Natursteinen erbaut worden.

Die Mitte des Saales nimmt ein Modell des Athene-Tempels zu Aegina ein, der dem fünften vorchristlichen Jahrhundert entstammt.

Raum 233: Beton- und Eisenbetonbau

Beton ist ein Gemisch von Kies, Sand und Zement mit Wasserzusatz, das an der Luft oder auch unter Wasser abbindet, d. h. erhärtet. Beim Eisenbetonbau erhält der Beton Einlagen aus Eisen in Draht- oder Stangenform. Dabei nimmt im wesentlichen das Eisen den Zug und der Beton den Druck auf.

Dargestellt sind neben Betonproben, Betonwerksteinen und Betonwaren, besonders kennzeichnende Betonbrücken, Talsperren, Schleusen, Industrieanlagen, Festhallen usw.

In der Saalmitte steht ein Übersichts-Modell des Kachletwerkes oberhalb Passau während der Bauarbeiten im Jahre 1926. Es zeigt die vielgestaltige Verwendung des Betons beim Bau des Wehres, des Kraftwerks, des Einlaufbauwerks und der Schiffahrtsstraße.

STÄDTEBAU UND SIEDLUNGEN

Raum 234: Städtebau

Die Urform der Siedlung stellt die Einöde dar. Bei den ebenfalls schon sehr früh festzustellenden Gemeinschafts-Siedlungen finden wir zuerst das Haufendorf, später als fortgeschrittene Formen der Ortschaften das Reihen-, Rund- und Straßendorf.

Als Plätze des regelmäßigen Warenumschlages entstehen Markt und Stadt. Wir unterscheiden befestigte Städte (wie Nördlingen), Handelsstädte (wie Duisburg), Fabrikstädte (wie Pittsburg) und projektierte Städte (wie Camberra).

Um der in den heutigen großen Städten arbeitenden Bevölkerung gesundes Wohnen zu ermöglichen, werden Stadtrandsiedlungen errichtet, die durch Grünanlagen, Kinderspielplätze usw. die ungünstigen Lebensbedingungen der Großstadt auszugleichen versuchen.

Besondere Erwähnung verdient hier als vorbildliche Einrichtung die berühmte Fuggerei, die im Anfang des 16. Jahrhunderts in Augsburg errichtet wurde.

Im anschließenden Raum findet man vier Stadtpläne über die Entwicklung Münchens seit dem 12. Jahrhundert. Dioramen zeigen Nürnberg als Beispiel einer Siedlung um eine Burg und Genua als Beispiel einer Siedlung am Meere.

Raum 235: Wohnungen

Von ägyptischen und mexikanischen Einraumwohnungen ausgehend verfolgen wir die hohe Wohnkultur der Griechen (Haus in Priene, 200 v. Chr.) und der Römer (Haus des Sallust in Pompeji) mit reicher Unterteilung der Gebäude.

Im Mittelalter sind die vielfach schmalen Wohnungen der gotischen Zeit durch die einengenden Stadtbefestigungen bedingt. Demgegenüber stehen einzelne prunkvolle weiträumige Wohnhäuser der Renaissance und des Barock. Als Beispiele aus der Stadt Nürnberg seien die Schnittmodelle eines Patrizierhauses des 15. Jahrhunderts und des berühmten Pellerhauses von 1605 genannt.

Die neuzeitliche Entwicklung zeigt neben Einfamilienhäusern die Reihenhäuser mit Kleinwohnungen bis zu den amerikanischen Appartement-Häusern in Wolkenkratzerform.

Wir sehen die Modelle eines englischen Reihenhauses um 1860, und von Münchner Siedlungen 1912 und 1932.

Als Mischform von Wohnhaus und Hotel ist das London-Terrace-Haus in New York zu erwähnen, das in 16 Stockwerken 1700 Einzelwohnungen für 8000 Personen birgt.



Modell einer Wachszieherei

BELEUCHTUNG

Raum 236: Beleuchtungsbeispiele

Ein altes Kaufmannskontor mit Öllampe zeigt die mangelhafte Beleuchtung eines Raumes infolge schwacher Lichtquelle und dunkler Wandverkleidung. Dagegen ist die neuzeitliche elektrische Bürobeleuchtung nicht nur im einzelnen heller, sondern auch günstiger verteilt und durch helle Wände, Vorhänge und Möbel unterstützt.

Ähnliches beweist die Gegenüberstellung eines älteren Speisezimmers mit Gasbeleuchtung und eines Wohnraumes mit elektrischem, teils indirektem Licht.

Die Entwicklung der elektrischen Schaufensterbeleuchtung wird durch eine selbsttätig weiterschaltende Einrichtung vorgeführt und erklärt. Die frühere Beleuchtungsart mit sichtbaren Leuchtkörpern wird durch die heutige mit verdeckten Lichtquellen abgelöst.

Über Farbenwirkung und Schattenbildung verschiedener Lichtquellen können in einigen Schaukästen Vergleiche angestellt werden.

Raum 237: Zündmittel. Entwicklung der Leuchtgeräte

Die Feuerzündung beginnt mit der Reibung von Hölzern oder Schlagen von Stein und Stahl, wodurch leicht brennbare Stoffe (Zunder) in Brand gesetzt werden. Spätere Zündapparate benützen die Erhitzung zusammengepreßter Luft, andere den elektrischen Funken oder Platinschwamm zur Wasserstoffentzündung. Die größte

Verbreitung erlangte das Zündholz, dessen Vervollkommnung vom Tauch-Zündholz zum Sicherheitszündholz gezeigt wird.

Der Beleuchtung selbst dienten in ältester Zeit Kienspäne, die in verschiedenen Haltern befestigt wurden. Dann folgen Fackeln, mit Pech oder Harz überstrichene brennbare Stoffe. Bei den Kerzen ist der Docht mit Talg, Stearin oder Paraffin umgeben, die beim Brennen durch die Wärme verdampfen und so den Brand der Flamme unterhalten. Mit flüssigen Brennstoffen werden die Öl- und Petroleum-Lampen betrieben, die gleichfalls durch einen Docht den Brennstoff der Flamme zuführen. Lampen für pflanzliche und tierische Öle sind schon seit den ältesten Zeiten in Gebrauch und durch zahlreiche Beispiele aus allen Ländern vertreten.

Im Gegensatz zu diesen Lampen stehen die Gaslampen, bei denen entweder eine Gasflamme selbst leuchtet oder aber die nicht leuchtende Flamme einen Glühstrumpf aus Thorium- und Cer-Präparaten zur Weißglut bringt.

Raum 238: Elektrische Beleuchtung

Es gibt drei Arten elektrischer Beleuchtung: die Bogenlampen, die Glühlampen und die Gasentladungslampen.

Bei der Bogenlampe, deren Prinzip Davy 1808 erfand, werden zwei Kohlenstifte durch den elektrischen Strom zur Weißglut gebracht, was die außerordentliche Leuchtkraft dieser Lampe zur Folge hat.



Verschiedene Formen der Kerzenbeleuchtung

Für den praktischen Gebrauch der Allgemeinheit haben jedoch die elektrischen Glühlampen die weitaus größere Bedeutung erlangt. Ihre Erfindung geht auf den Deutschen Heinrich Göbel, 1855, ihre praktische Ausgestaltung auf Edison zurück. In einem luftleer gepumpten oder mit indifferentem Gas gefüllten Glaskolben wird durch den elektrischen Strom ein Glühfaden zum Leuchten gebracht. Die Entwicklung der Glühlampen und die Steigerung ihrer Leistung, besonders infolge Einführung der Metalldrahtlampe durch Auer von Welsbach, ist in einer Übersicht und an zahlreichen Beispielen dargestellt.

Die neuesten Formen der elektrischen Beleuchtung, die Entladungslampen, werden in ihrer Entwicklung von der Geißlerröhre und dem Moore-Licht, zum Quecksilberbogenlicht und der Neon- und Natriumlampe vorgeführt.

Raum 239: Straßenbeleuchtung

Bevor eine regelmäßige Straßenbeleuchtung um die Mitte des 17. Jahrhunderts in Europa eingeführt wurde, mußte man auf nächtlicher Straße durch Fackeln oder Handlaternen selbst für Beleuchtung sorgen.

Die aufgehängten Straßenbeleuchtungen zeigen neben Span-, Talg-, Kerzen- und Rüböllampen die Entwicklung der Gas- und der elektrischen Beleuchtung bis zu den sparsamen, intensiv strahlenden Natriumlampen der jüngsten Zeit.



Tischlampen für Öl, Spiritusgas und elektrischen Anschluß



Altdeutsche Küche mit offenem Herd

HEIZUNG UND KÜHLUNG

Raum 240: Einführung

Die Verwendung des Feuers in der menschlichen Behausung erstreckt sich auf zweierlei Gebiete: auf die Küchenheizung und die Wohnungsheizung.

Neben theoretischen Grundlagen und Statistiken über die physikalischen und chemischen Vorgänge der Verbrennung finden wir die Darstellung der urtümlichen Heizstelle eines Pfahlbaues, daneben einen Holzknechtherd und eine holsteinische Rauchküche.

Raum 241: Küchenheizung

Einer altdeutschen bürgerlichen Küche mit offenem Herd und Rauchfang stehen die geschlossenen Feuerstellen späterer Zeiten gegenüber. Außer den festen Brennstoffen, wie Holz und Kohle, werden gasförmige eingeführt. Durch die Erfindung des Bunsenbrenners,

der eine vollkommene Verbrennung der Kohlenstoffteile des Gases ermöglicht, ist eine erhebliche Steigerung der Heizkraft erzielt worden.

Als letzte Art der Wärmeerzeugung für Kochzwecke finden wir die Entwicklung der elektrischen Heizung dargestellt, bei der isoliert eingebettete Widerstände durch den Strom erhitzt werden.

Die in der Mitte des Raumes stehenden Großherde geben Vergleiche für Kohlen-, Gas- und elektrischen Küchenbetrieb.

Auch das Sondergebiet der Warmwasserbereitung mittels Gas oder Elektrizität ist durch teilweise geschnittene Apparate erläutert.

Raum 242: Einzelheizung

Ähnlich der Küchenheizung gestaltet sich die Entwicklung der Wohnungsheizung: den offenen Feuerstätten, wie Feuerbecken und Kaminen folgen die geschlossenen Öfen. Zu den ältesten Formen gehören die behaglichen Kachelöfen mit ihrem günstigen Wärmespeichervermögen. Ein Tiroler Bauernofen in der Mitte zeigt die Art der Bedienung vom Außenraum her.



Schema der Warmwasserheizung

Eine schnellere aber nicht so anhaltende Wärmeabgabe erzielen die eisernen Öfen, die in Schür-, Füll- und Dauerbrandöfen unterschieden werden.

Den Abschluß bilden auch hier Gas- und elektrische Öfen.

Raum 243: Schema der Zentralheizung

Um mit einer einzigen Feuerstelle eine größere Anzahl von Räumen zu erwärmen, benutzt die Zentralheizung umlaufende Wärmeträger wie Luft, Wasser oder Dampf.

An dem großen Wandmodell einer Warmwasserheizung verfolgen wir den Lauf des Wassers vom Kessel durch die einzelnen Heizkörper wieder zurück zum Ausgangspunkt.

Raum 244: Fernheizung

Einen Sonderfall der Zentralheizung stellt die Fernheizung dar, bei der ganze Stadtteile von einem Heizwerk aus mit Wärme versorgt werden. Ein Diorama mit Schnittdarstellungen erläutert uns die erste europäische Fernheizanlage in Dresden 1900 und eine Plantafel von Hamburg zeigt die stufenweise Entwicklung des dortigen Städteheizwerkes seit 1921.

Raum 245: Zentralheizungen

Luftheizung: Bereits die Römer bauten Zentralheizungen, bei denen erwärmte Luft durch Hohlräume unter dem Fußboden und durch doppelwandige Ziegel geführt wurde. Als Gegenstück hierzu sei eine neuzeitliche Luftheizung genannt, bei der die Erwärmung der Luft durch Gasflammen erfolgt.

Warmwasserheizung: Ein Modell zeigt die erste Anlage von Perkins 1831. Um den Wasserumlauf, der bei kleineren Anlagen selbsttätig entsteht, auch bei großen Betrieben zu gewährleisten, baut man in solchen Fällen Pumpen ein. In der Mitte des Raumes ist ein Ausschnitt einer Heizzentrale mit allen Schalt- und Regelanlagen, Fernthermometer usw. in Naturgröße gezeigt.

Dampfheizung: Hierbei wird der in einem Kessel erzeugte Dampf in die einzelnen Heizkörper geleitet, wo er kondensiert und so seine Wärme an den Raum abgibt.

Raum 246: Kältetechnik

Ein Modell zeigt die frühere natürliche Eisgewinnung auf dem Nymphenburger Kanal, dessen Eisdecke mit Pflügen, Hacken und Sägen bearbeitet wird.

Demgegenüber steht die Kunsteisgewinnung und künstliche Kälteerzeugung durch die Kältemaschinen.

Bei den Kältemaschinen wird den zu kühlenden Körpern durch einen Kälteträger Wärme entzogen. Diese Wärme wird unter Energieaufwand auf so hohe Temperatur gebracht, daß sie an Kühl-

wasser abgegeben werden kann. Als Kälteträger dienen dabei verdampfende Flüssigkeiten (z. B. Ammoniak, Kohlensäure, schweflige Säure) oder auch Luft.

Hieraus ergibt sich die Einteilung in Kompressions-Kältemaschinen, Absorptions-Kältemaschinen und Kaltluftmaschinen, wovon die wichtigsten Beispiele durch Originale, Modelle und Bilder vertreten sind, so von Carré, Linde, Lightfoot, Windhausen, Riedinger, Mannesmann usw.

Die Anwendung der Kühlmaschine für Industrie und Gewerbe, besonders für die Lebensmittel-Frischhaltung ist aus Bildern und einem Übersichts-Modell Lindescher Kühlanlagen für Fleischhallen, Brauereibetriebe, Eisfabrikation usw. ersichtlich.



Erste Ammoniak-Kompressions-Kältemaschine von Linde



Altrömische Wasserleitung

WASSERVERSORGUNG

Raum 247—249: Wassergewinnung

Zunächst ist die Quellwassergewinnung in alter und neuer Zeit durch Quellfassungen mit verschiedenen Baustoffen wie Holz, Stein und Beton veranschaulicht. Hervorzuheben ist ein Stollenquerschnitt der Hangquellenfassung für die Münchener Wasserversorgung. Man sieht, wie das Wasser durch lockere Steinschichten bis auf die undurchlässige Flinzschicht sickert und dann durch Schlitze in die Sammel-Stollen tritt. An einem betriebsfähigen Gesamtmodell sieht man die Quellfassung auf dem Taubenberg mit den 40—50 Meter unter der Oberfläche liegenden derartigen Beton-Stollen.

Große Bedeutung für die Wasserversorgung hat das Grundwasser. Man gewinnt es mittels Schachtbrunnen, die aus Mauerwerk oder Beton gebaut sind. Modelle solcher Brunnen sowie ein mittelalterlicher Städte-Ziehbrunnen veranschaulichen dies.

Für die Versorgung jener Städte, die, wie es sehr häufig der Fall ist, nur Grundwasser zur Verfügung haben, verwendet man Rohrbrunnen. Da die Menge des natürlichen Grundwassers oft nicht ausreicht, muß man durch Versickerung von Fluß- oder Seewasser das Grundwasser künstlich erzeugen.

Anschließend sehen wir die unmittelbare Wassergewinnung aus Flüssen und Seen. So zeigt ein Diorama die Flußwasserversorgung

durch einfache Hebevorrichtungen am Nil, während mit Wasser aus Seen beispielsweise Zürich und Chicago versehen werden.

In Gegenden, wo es weder Quellen noch Bäche gibt, sammelt man das Regenwasser in Zisternen, wie verschiedene Modelle, u. a. das einer Zisterne im Dogen-Palast in Venedig, zeigen.

Raum 250: Wasserveredelung und -messung

Da das Wasser für Trinkzwecke häufig ungeeignet ist, müssen Verunreinigungen und Krankheitserreger durch Hausfilter, Absitzbecken, Sandfilter, Enteisenungs- und Entkeimungs-Anlagen usw. entfernt werden.

Ein Schrank enthält die Geräte zur Wassermessung, beginnend mit dem von Siemens konstruierten ersten deutschen Wassermesser von 1854 bis zu den heute üblichen Formen.

Raum 251: Wasserförderung und -speicherung

Für die Kleinwasserversorgung benutzt man die sehr verbreiteten hydraulischen Widder und die automatischen Hauswasserpumpen.

Die Großwasserversorgung übernehmen starke Kolben- und Kreiselpumpen, die mit motorischer Kraft betrieben werden.

Zur Bereithaltung größerer Wassermengen für die Einzelversorgung dienen Gefäße, wie z. B. die griechischen Amphoren.

In den Städten sind in die Wasserleitungen Vorratsbecken und Wassertürme mit großem Fassungsvermögen eingeschaltet.

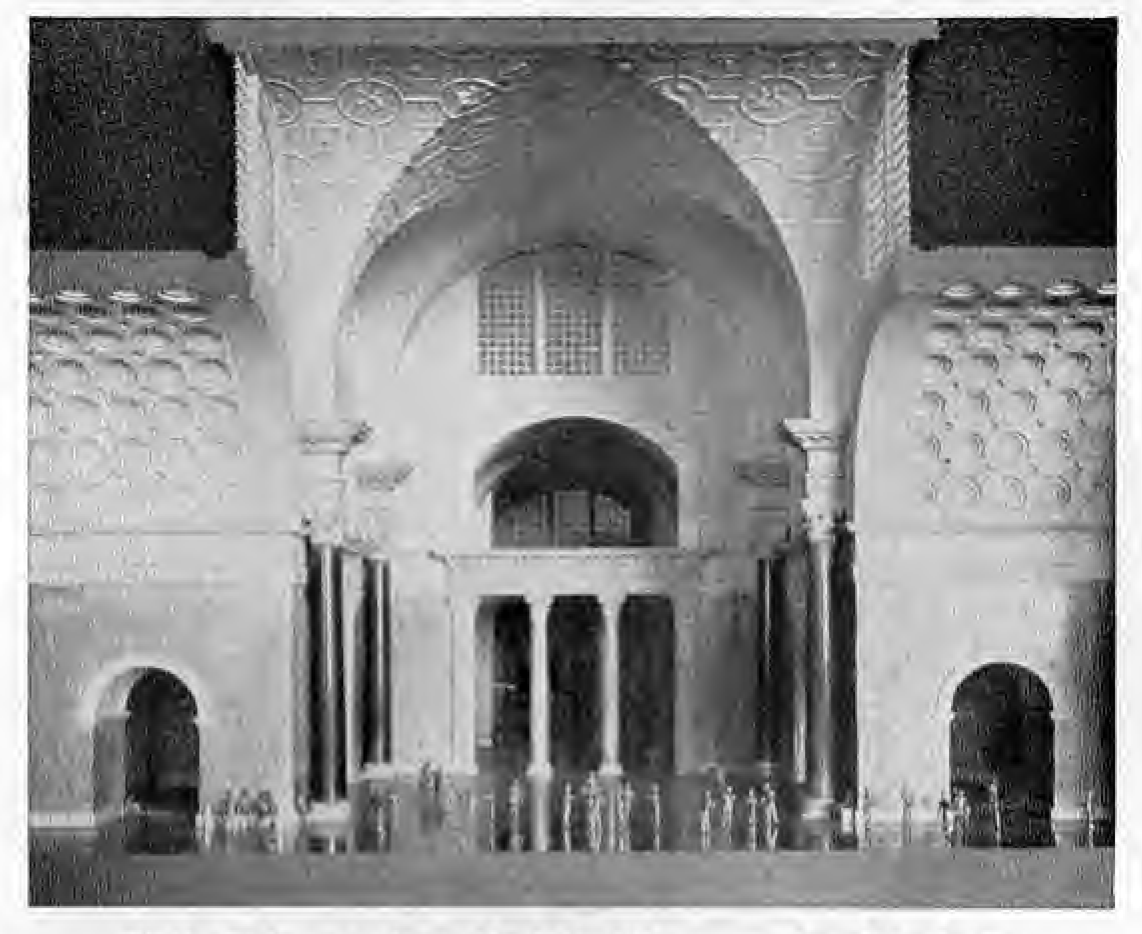
Ein Gesamtmodell des Müggelsee-Wasserwerkes der Stadt Berlin zeigt umfassend alle Einrichtungen eines neuzeitlichen Wasserwerkes.

Raum 252: Kanalisation und Abwasserreinigung

Ein wichtiges Gebiet der Städtehygiene ist die Beseitigung der Abgänge von Haus und Straße, sowie das Reinigen und Unschädlichmachen der Abwässer.

Die berühmteste Kanalisationsanlage des Altertums stellt die Cloaca maxima in Rom dar. Beispiele neuzeitlicher Entwässerungen geben die Modelle eines Kanalabschnittes der Stadt Dresden und der Abflußeinrichtungen eines Münchener Miethauses.

Die einfachste Art der Abwasser-Beseitigung ist ihre Einleitung in die nächsten Wasserläufe, da Flüsse eine beträchtliche Reinigungskraft besitzen. Sehr große Abwassermengen, die eine Verschmutzung der Flüsse zur Folge hätten, müssen jedoch vorher gereinigt werden. Dies geschieht durch mechanische Kläreinrichtungen in Form von Rechen, Sieben, Absitzbecken usw. oder durch biologische Reinigungsanlagen, wie Tropfkörper, Rieselfelder und Schlammbelebungsanlagen. Die Kläranlagen der Städte München und Iserlohn sind Beispiele hierfür.



Teilstück aus dem Modell: Thermen des Diocletian

BÄDER

Raum 253: Hausbäder

Die Entwicklung der Hausbäder und ihrer technischen Einrichtungen, wie Wannen, Öfen, Leitungen usw., wird durch Originalstücke, Dioramen und Bilder vergegenwärtigt. Wir sehen ein altrömisches Hausbad, ein ländliches deutsches, ferner ein fürstliches Bad des Rokoko und ein Hausbad der neuesten Zeit mit Gymnastikraum.

Raum 254: Hallen- und Freibäder

Prächtige Modelle veranschaulichen die Entwicklung der Volksbäder. Wir sehen in der Saalmitte die großartigen, bis heute unerreichten Thermen des römischen Kaisers Diocletian aus dem 3. Jahrhundert mit Kalt-, Warm- und Schwitzbädern, Wandel- und Liegehallen, Gymnastik-Räumen, Vortrags- und Lesesälen. Das Bad konnte 3200 Personen zu gleicher Zeit aufnehmen.

Weitere Dioramen zeigen eine der sehr verbreiteten deutschen Badestuben des Mittelalters, ein türkisches Schwitzbad und ein russisches Dampfbad. Aus dem Gemälde eines neuzeitlichen Groß-

stadtbades im Schnitt ersieht man die vielseitigen Bade- und Heileinrichtungen einer solchen Anlage und deren große Bedeutung für die Volksgesundheit.

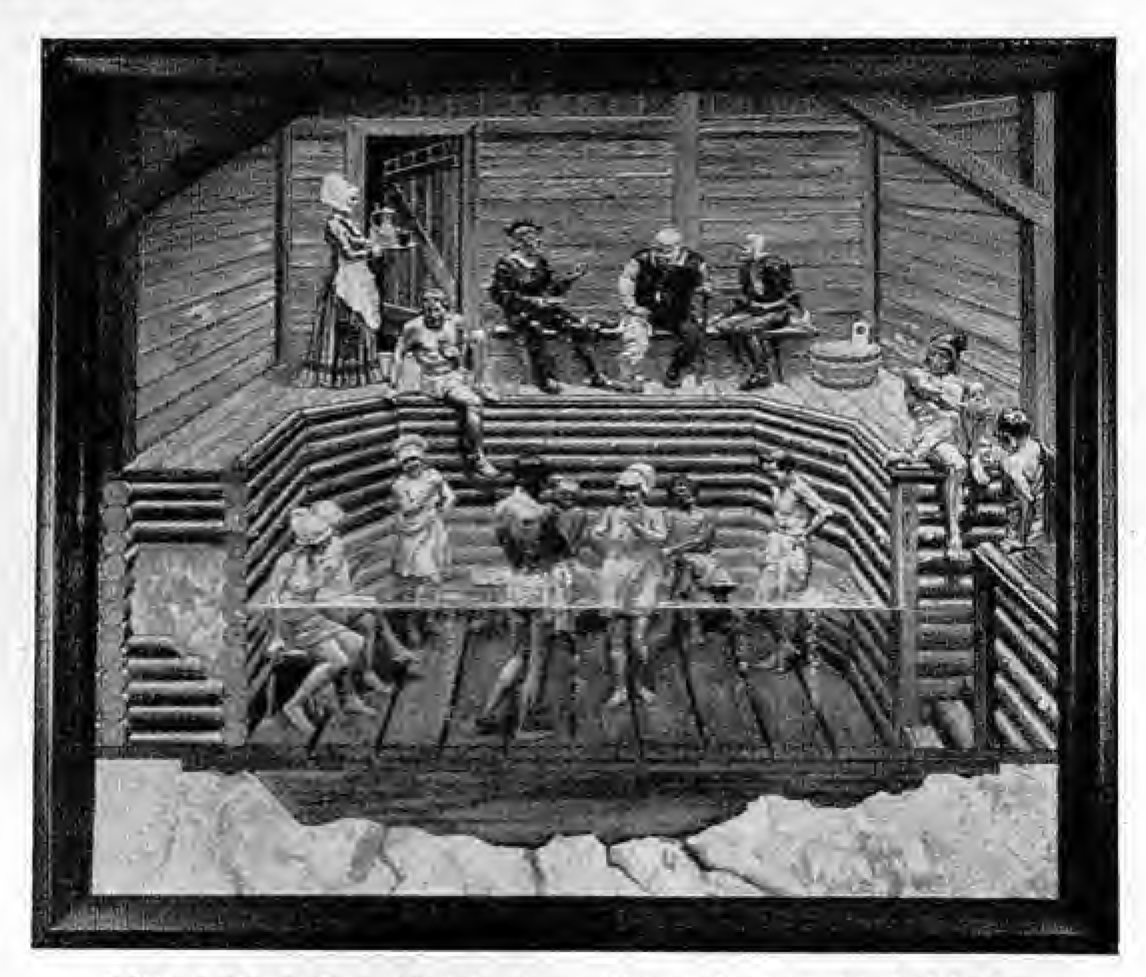
Die verschiedenen Formen der Freibäder werden uns durch ein Gemälde des Flußbades der Pilger in Benares am Ganges, sowie durch Modelle eines Bades der Insel Bali, eines mittelalterlichen Bades auf offenem Markte und des Seebades Norderney geschildert.

Das zur Zeit größte und am besten eingerichtete Freibad Europas ist das städtische Strandbad Wannsee bei Berlin, das durch mehrere bildliche Darstellungen vor Augen geführt wird.

Raum 255: Heilbäder

Wie ein Diorama eines prähistorischen Badeplatzes zeigt, waren Heilbäder schon in ältesten Zeiten im Gebrauch. Durch Eindampfen von Mineralwässern in Tontöpfen wurden Badesalze gewonnen. Das Badewasser erwärmte man durch Einwerfen heiß gemachter Steine.

Modelle und Bilder der Heilbäder in Bad Kissingen, Wiesbaden, Bad Ems, Budapest und Pistyan schildern die badetechnischen Einzelheiten und geben die Heilerfolge dieser bedeutenden Kuranstalten an.



Mittelalterliches Heilbad zu Warmbrunn in Schlesien



Das „Gläserne Gaswerk“

GASTECHNIK

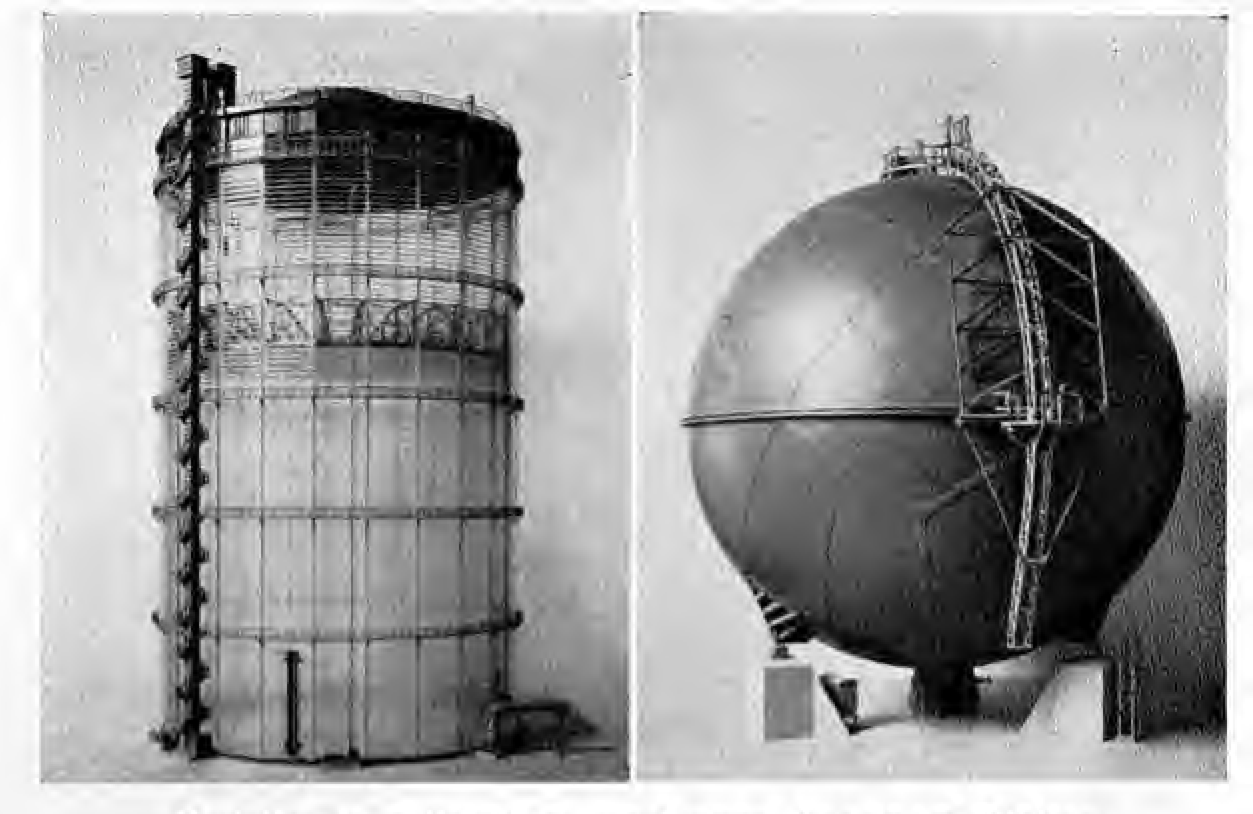
Raum 256: Entgasungsöfen

Erhitzt man Kohle in einem abgeschlossenen Gefäß, so entsteht brennbares Gas. Als fester Rückstand bleibt dabei Koks in der Retorte zurück. Diesen Vorgang nennt man Entgasung.

Die Entwicklung der Entgasungsöfen ist durch Nachbildungen der Anlagen von Murdock 1792 und 1806, Degner 1818 sowie durch mehrere Modelle gekennzeichnet, u. a. durch die erste Wiener Gasanstalt 1817 und eine Reihe neuzeitlicher Öfen mit waagrechten, schrägen oder senkrechten Kammern. Nach Beendigung der Entgasung gleiten bei diesen letzteren die glühenden Koksmassen in Behälter, wo sie durch Berieselung mit Wasser gelöscht werden.

Raum 257: Stadtgas

Eine Reihe von Bildnissen erinnert an die Wegbereiter der Gastechnik: W. Murdock, S. Clegg, R. S. Blochmann, W. Kornhardt, C. Auer v. Welsbach, H. Bunte. Hier steht auch die Nachbildung der tragbaren Gasleuchte Blochmanns für den sächsischen König Friedrich August I. aus dem Jahre 1825.



Modelle eines Scheiben- und eines Kugelgasbehälters

Die Längswand des Raumes nimmt ein großes schematisches Bild „Werdegang des Stadtgases" ein, unter dem auch die wichtigsten Erzeugnisse zusammengestellt sind, die sich bei der Gasherstellung ergeben. Neben Koks, Teer, Ammoniak, Benzol, Naphthalin, Schwefel finden wir auch Karbolsäure, Farbstoffe, Kunstharze und anderes.

Den Hauptanziehungspunkt bildet das betriebsfähige „Gläserne Gaswerk" in der Saalmitte, das den Bau und die Wirkungsweise der einzelnen Anlagen besonders deutlich vor Augen führt.

Abschließend zeigt eine Vergleichstafel, daß vom Gesamt-Gasverbrauch 30 v. H. auf die Industrie, 60 v. H. auf den Haushalt und 10 v. H. auf die Beleuchtung entfallen.

Raum 258: Luftgas und Wassergas

Neben dem gewöhnlichen Gas, wie es der Beleuchtung und Heizung im Haushalt dient, werden für Industriezwecke weitere Gasarten erzeugt. So entsteht das Luftgas nicht durch Entgasung, sondern durch Vergasung, d. h. durch Erhitzen von Koks in hoher Brennstoffschicht bei 1500 Grad, während das Wassergas durch Einblasen von Dampf in den erhitzten Koks gewonnen wird.

Schematische Schnittmodelle zeigen unter anderm einen Luftgasgenerator zur Beheizung von Entgasungsöfen, ferner die erste Sauggasanlage von Dawson 1887 sowie neuzeitliche Luftgasgeneratoren mit Drehrost und mehrere Wassergaserzeuger.

Raum 259: Gasspeicherung und -verteilung. Ferngas

Sechs Modelle von Gasbehältern aus der Zeit zwischen 1841 und 1941 zeigen die Entwicklung vom ersten Behälter mit hölzernen Führungssäulen zu den Teleskop-, Kolben-, Scheiben- und Kugelbehältern.

Während über die Gasversorgung einer Großstadt ein Planmodell Aufschluß gibt, wird die Ferngasversorgung durch Bilder, schematische Zeichnungen und die Schnittdarstellungen einer Fernleitung sowie einer Regler- und Meßanlage näher erläutert.

Einen anschaulichen Überblick über die Gesamtanlagen eines großen Gaswerkes bietet das Modell des Gaswerkes Wien-Leopoldau.

Raum 260: Gasprüfung und -messung

In diesem Nebenraum wird zunächst die Prüfung der Gasbeschaffenheit gezeigt, wobei Zusammensetzung, Heizwert, Dichte und Zündgeschwindigkeit festgestellt werden.

Eine Reihe von betriebsfähigen Gaszählern nasser und trockener Bauart zeigen die Entwicklung. Durch Glasscheiben in den Gehäusen erhält der Besucher Einblick in die Arbeitsweise der Geräte. Beachtenswert ist der Vergleich eines mächtigen Stationsgasmessers aus den Jahren 1909 für 450 Kubikmeter Stundendurchgang mit dem bedeutend kleineren Drehkolben-Gasmesser gleicher Leistung aus der Gegenwart.

Abschließend sei noch auf eine Flüssiggas-Anlage mit Propan-Flaschen hingewiesen.



Aus dem Raum für Gasprüfung



Grundversuche zur Induktion

ELEKTROTECHNIK

Die Geschichte der Elektrizitätsversorgung ist in fünf Zeitabschnitte gegliedert und in je zwei Räumen behandelt. Während zur Rechten eine Gesamtdarstellung in geschichtlicher Folge gegeben wird, sind links die technisch-naturwissenschaftlichen Einzelheiten an zahlreichen Versuchen näher erläutert.

Raum 261: Ehrenraum der Elektrizitätsversorgung

In der Mitte steht als wertvolles Belegstück aus der Geschichte der Elektrizitätsversorgung das Original der ersten Dynamomaschine von Werner v. Siemens aus dem Jahre 1866. An den Wänden finden wir Büsten und Erinnerungstafeln der bedeutendsten Pioniere der Elektrotechnik, von denen vor allem Alessandro Volta, Michael Faraday, Werner von Siemens und Thomas A. Edison hervorzuheben sind.

Die Wand rechts zeigt in einfachen Grundversuchen die Wirkungen des elektrischen Stromes auf den Gebieten der Licht-, Wärme-, Kraft- und chemischen Energie-Erzeugung. Außerdem ist in vier eingebauten Modellen die jeweils erste praktische Anwendung dieser Wirkungen geschildert. Man sieht die erstmalige Benutzung der Elektrizität zur Beleuchtung eines großen Platzes 1843, zur Gewinnung von Aluminium 1880, zum Antrieb einer Lokomotive 1879 und zum Betrieb einer galvanoplastischen Anstalt 1834.

Raum 262: Grundgesetze

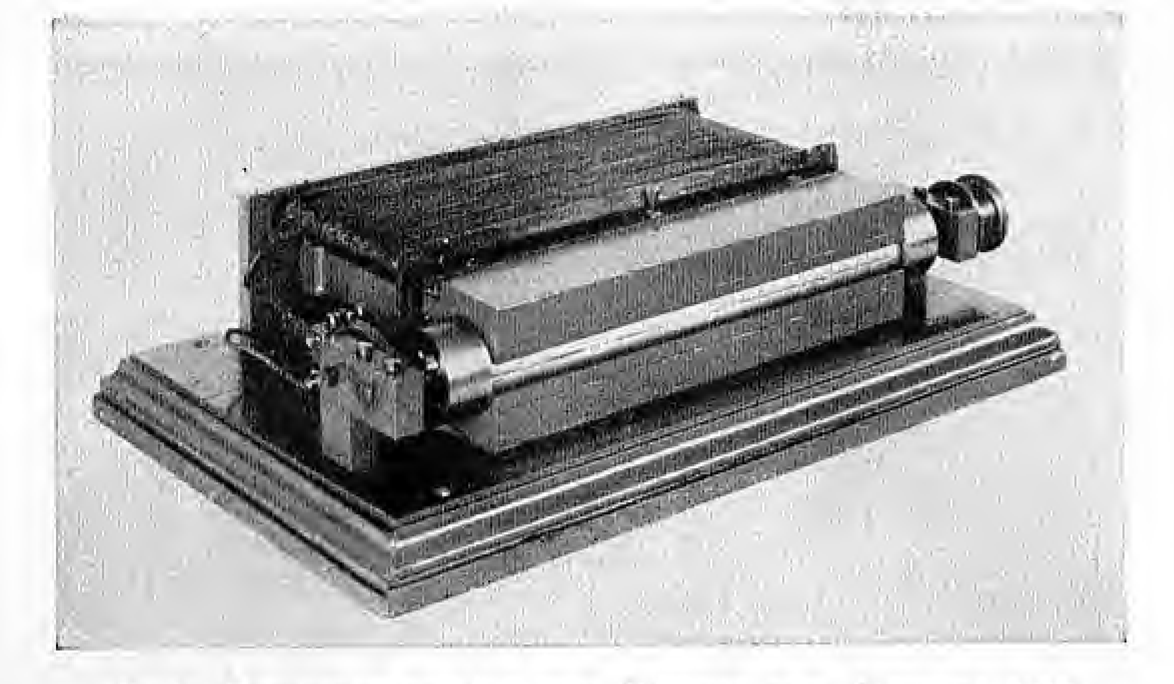
Anhand betriebsfähiger Lehrmodelle sind die Begriffe Spannung (Volt), Strom (Ampere) und Widerstand (Ohm), sowie deren Zusammenhang im Ohm'schen Gesetz, ferner die Begriffe Leistung (Watt) und Arbeit (Kilowattstunden) anschaulich gemacht. Der Besucher kann selbst Strom erzeugen, wobei die aufgewendete Muskelkraft in elektrisches Licht, elektrische Kraft oder elektrische Wärme verwandelt und gemessen wird.

Die gegenüberliegenden Versuche erläutern den Elektromagnetismus und veranschaulichen die um eine Spule entstehenden Kraftlinien.

Die dritte Wand behandelt die von Faraday 1831 entdeckte Induktion, d. h. die Erzeugung elektrischer Kräfte durch Bewegen



Leistungsvergleich von Muskelkraft und elektrischer Energie



Erste Dynamomaschine von Werner von Siemens 1866

von Drahtschleifen in Magnetfeldern. Die praktische Anwendung dieser Erscheinung führt zum Stromerzeuger oder Generator sowie zum Umspanner oder Transformator.

Raum 263—264: Selbstversorgung

(Ab 1856)

Während dieser Epoche mußte jedes Unternehmen, das elektrischen Strom brauchte, diesen in kleinen Anlagen selbst erzeugen. Eine öffentliche Stromerzeugung wäre nicht möglich gewesen, da jede elektrische Lampe damals eine eigene Dynamomaschine erforderte.

Raum 263 zeigt an der Eingangswand Modelle der frühesten Selbstversorgungsanlagen, so den ersten Leuchtturm mit elektrischem Licht bei Le Havre 1863/65 und die erste elektrische Bahnhofbeleuchtung in München 1879. Ein Versuch der Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom auf größere Entfernung (Miesbach—München, 57 Kilometer) ist an der Fensterwand gezeigt. Weiterhin sind Bilder über die frühesten, manchmal sehr phantastischen Pläne zur praktischen Verwendung der neuen Energieform zu erwähnen. Den Abschluß dieser Epoche veranschaulicht das Modell der Berliner Blockstation Friedrichstraße, die 1884 einen Häuserblock Unter den Linden versorgte. In der Mitte des Saales stehen Originalmaschinen aus den geschilderten Anlagen.

Raum 264 stellt an der Eingangswand die rasche Entwicklung der Dynamomaschinen durch Versuchsmodelle und Originalmaschinen dar, wobei die Namen Pacinotti, Gramme, W. v. Siemens und v. Hefner-Alteneck zu nennen sind. Die Fensterwand behandelt die technischen Grundlagen der Kraftübertragung, während die dritte Wand die sogenannte „Teilung des Lichtes" erklärt. Nach zahlreichen Versuchen brachte erst die Differential-Bogenlampe von F. v. Hefner-Alteneck und schließlich die Edisonsche Glühlampe in Parallelschaltung die Lösung der Aufgabe, mehrere Lichtquellen mit einem einzigen Stromerzeuger zu betreiben. Das hieraus entstandene Problem der Regulierung von Dynamomaschinen wird abschließend näher vorgeführt.

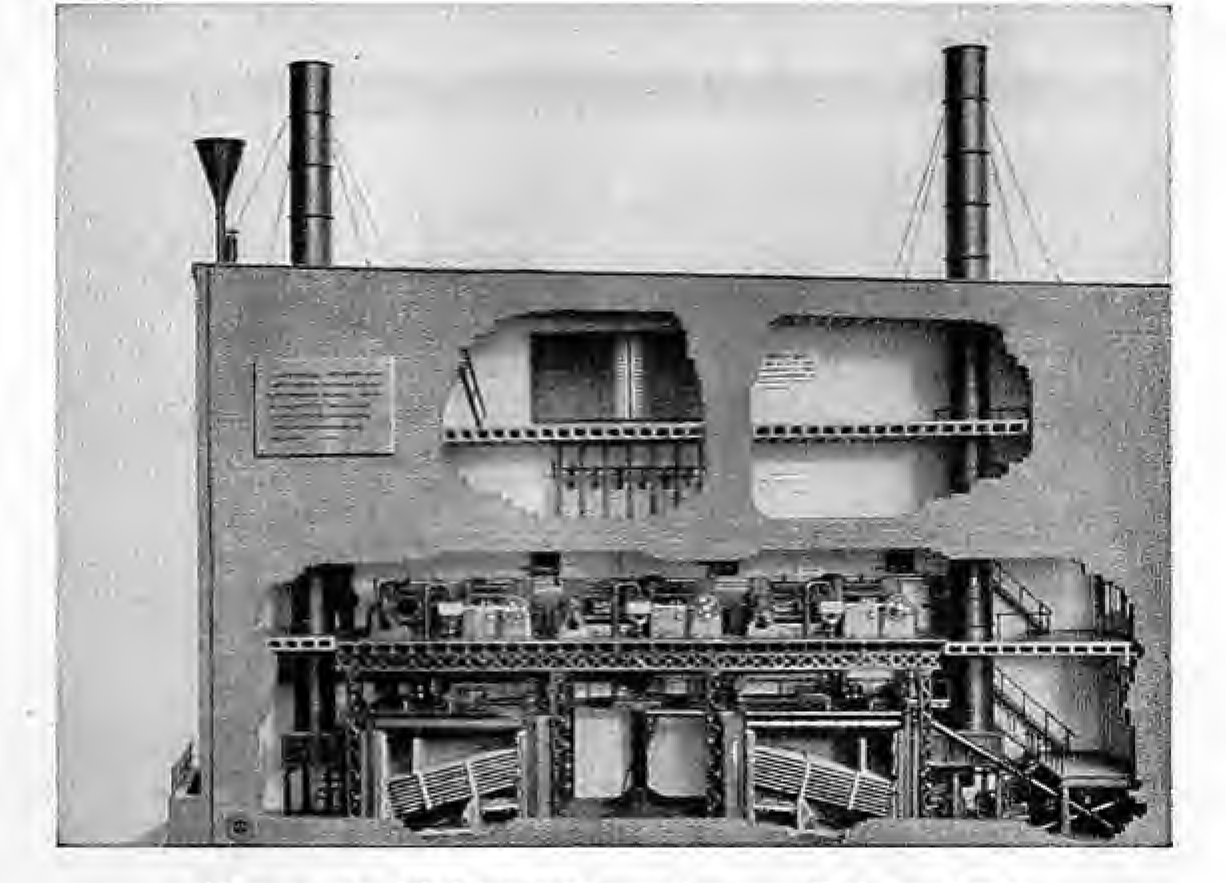
Raum 265—266: Stadtversorgung mit Gleich- u. Wechselstrom

(Ab 1882)

Nachdem die „Teilung des Lichtes" gelungen war, entstanden die ersten öffentlichen Elektrizitätswerke, die Strom an jedermann verkauften. So wurden innerhalb weniger Jahre in allen größeren Städten Elektrizitätswerke errichtet, teils als Gleichstrom-, teils als Wechselstromzentralen. Kennzeichnend für Gleichstromanlagen ist



Die ältesten Stromerzeuger



Das erste Elektrizitätswerk von Edison 1882

die niedrige Übertragungsspannung, die den Bau mehrerer kleiner Werke in den Verbraucherzentren einer Stadt erforderte. Die Möglichkeit, die Spannung bei Wechselstrom beliebig hinauf- und herabzusetzen, erlaubte den Bau eines einzigen Werkes in günstiger Lage. Dagegen fehlte damals ein brauchbarer Wechselstrommotor.

Raum 265 zeigt einleitend zwei Schnittmodelle der frühesten öffentlichen Werke: das erste Elektrizitätswerk der Welt von Edison 1882 in der Pearl Street, New York, für Gleichstrom, und eines der ersten Wechselstromwerke in Nürnberg-Tullnau 1896.

An der Fensterwand wird die Entwicklung der Installationstechnik, beginnend mit der Verlegung blanker Drähte auf Holz, geschildert. Davor ist in einem Straßenquerschnitt die unterirdische Verlegung von Leitungen in der Stadt vom ersten Edisonkabel bis heute dargestellt. Zu erwähnen eine Transformatorenstation um 1900, die in einer Litfaßsäule untergebracht war.

Abschließend ist neben Bildern verschiedener Stromverbrauchsgeräte für Haushalt, Gewerbe, Industrie und Verkehr eine betriebsfähige Darstellung angebracht, die den Arbeitstag eines Elektrizitätswerkes anhand der Belastungskurve erläutert.

In der Saalmitte stehen Modelle im Maßstab 1:5 von Maschinensätzen aus dem Gleichstromwerk Mauerstraße, Berlin 1885 und aus dem Wechselstromwerk Köln 1891. Beide Modelle zeigen die außer-

ordentliche Größe, welche die Generatoren annehmen mußten, um die Belastungsschwankungen, die im Netz auftraten, in sich ausgleichen zu können. Da die Leistung von Kolbendampfmaschinen, die als Antrieb dienten, bald ihre Grenze erreichte, brachte erst die Einführung der leistungsfähigeren und wirtschaftlicher arbeitenden Dampfturbine die Möglichkeit einer Weiterentwicklung der Elektrizitätsversorgung.

Raum 266 bringt zunächst eine nähere Erläuterung des Gleichstrom- und Wechselstromgenerators. Außerdem werden die hauptsächlichsten Probleme der Stadtversorgung, z. B. die Netzberechnung, ferner Akkumulatoren und Transformatoren behandelt. Die Gesetze des Wechselstroms werden mit Rücksicht auf ihre Bedeutung für die weitere Entwicklung der Elektrotechnik ausführlich durch zahlreiche Versuche dargestellt.

Die Mitte des Raumes nimmt ein Motorenprüffeld ein, woran der Besucher die Eigenschaften von Gleich- und Wechselstrommotoren studieren kann.

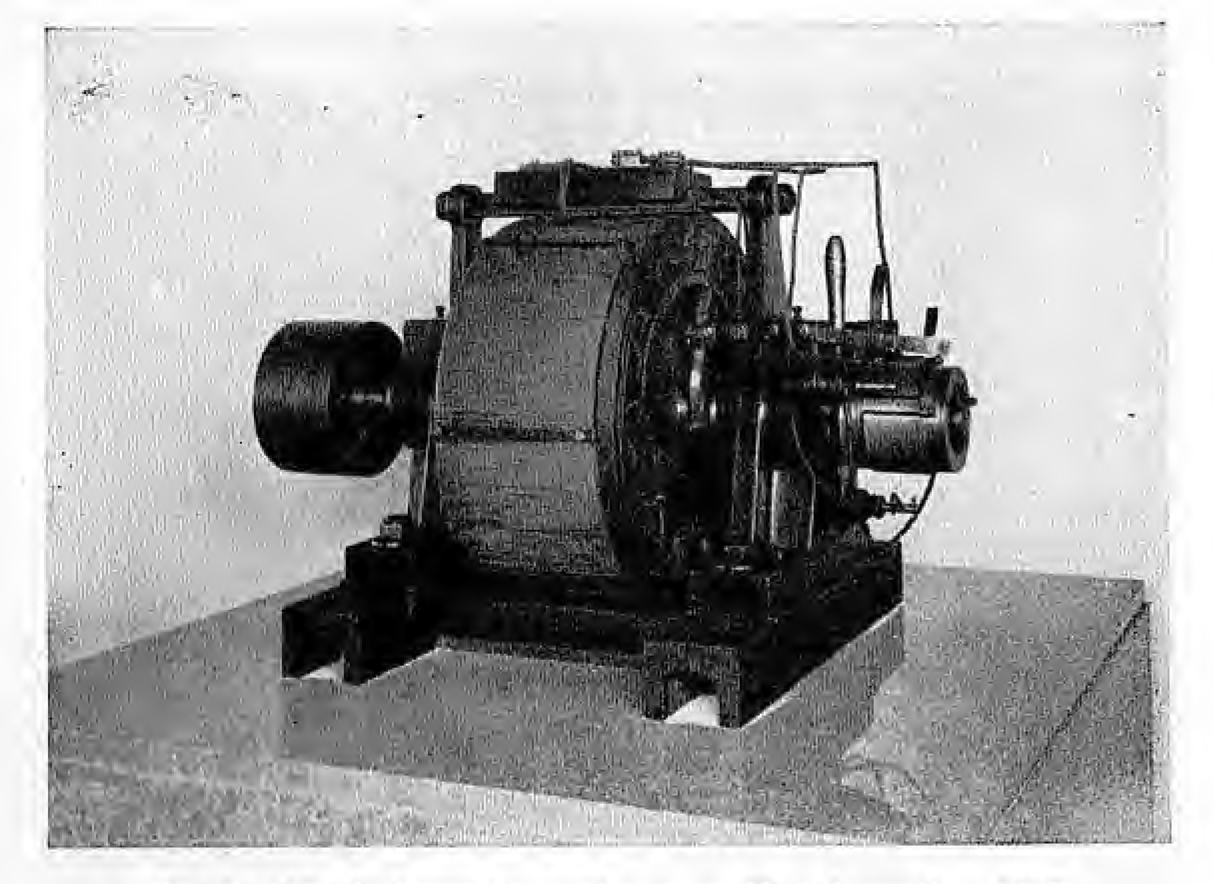
Raum 267—268: Überlandversorgung

(Ab 1891)

Dieser Zeitabschnitt ist gekennzeichnet durch die Erfindung des elektrischen Drehfeldes und damit des Drehstroms. Der Drehstrom-



Erste Drehstrom-Wasserkraftanlage, Lauffen 1896



Erster Drehstromgenerator von Haselwander 1887

motor, einfach in seinem Aufbau und billig in der Anschaffung, leitete mit seiner umfassenden Verwendungsmöglichkeit, besonders im Kleinbetrieb, in Handwerk und Gewerbe und auf dem Lande den großen Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft ein. Es begann die Überlandversorgung.

Raum 267 zeigt rechts das erste Wasserkraft-Drehstromwerk der Welt: Lauffen 1891 und ein Kraftwerk mit Turbinen: Lauchhammer 1912.

Eines der bedeutendsten Ereignisse in der Geschichte der Stromversorgung ist der großangelegte Versuch der elektrischen Übertragung beträchtlicher Energien von Lauffen am Neckar nach Frankfurt am Main zur Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung 1891. Zahlreichen Vorurteilen zum Trotz wurde die Übertragung vor allem dank der Initiative Oskar von Millers zu einem vollen Erfolg und zur Grundlage für die weitere Entwicklung der Großkraftübertragung.

In der Saalmitte steht neben den dabei benutzten neuen Öltransformatoren der in Lauffen verwendete Drehstrom-Generator.

Die anschließende Wand bringt eine stammbaumartige Darstellung des Stromverbrauchs in den verschiedenen Abnehmerkreisen während eines Jahres. Zwei Karten zeigen die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung nach Erfindung des Drehstrommotors.

Endlich ist als Ergebnis der Bemühungen dieser Epoche eine Überlandversorgung in einem großen Übersichtsmodell aus dem Gebiet der Amperwerke dargestellt.

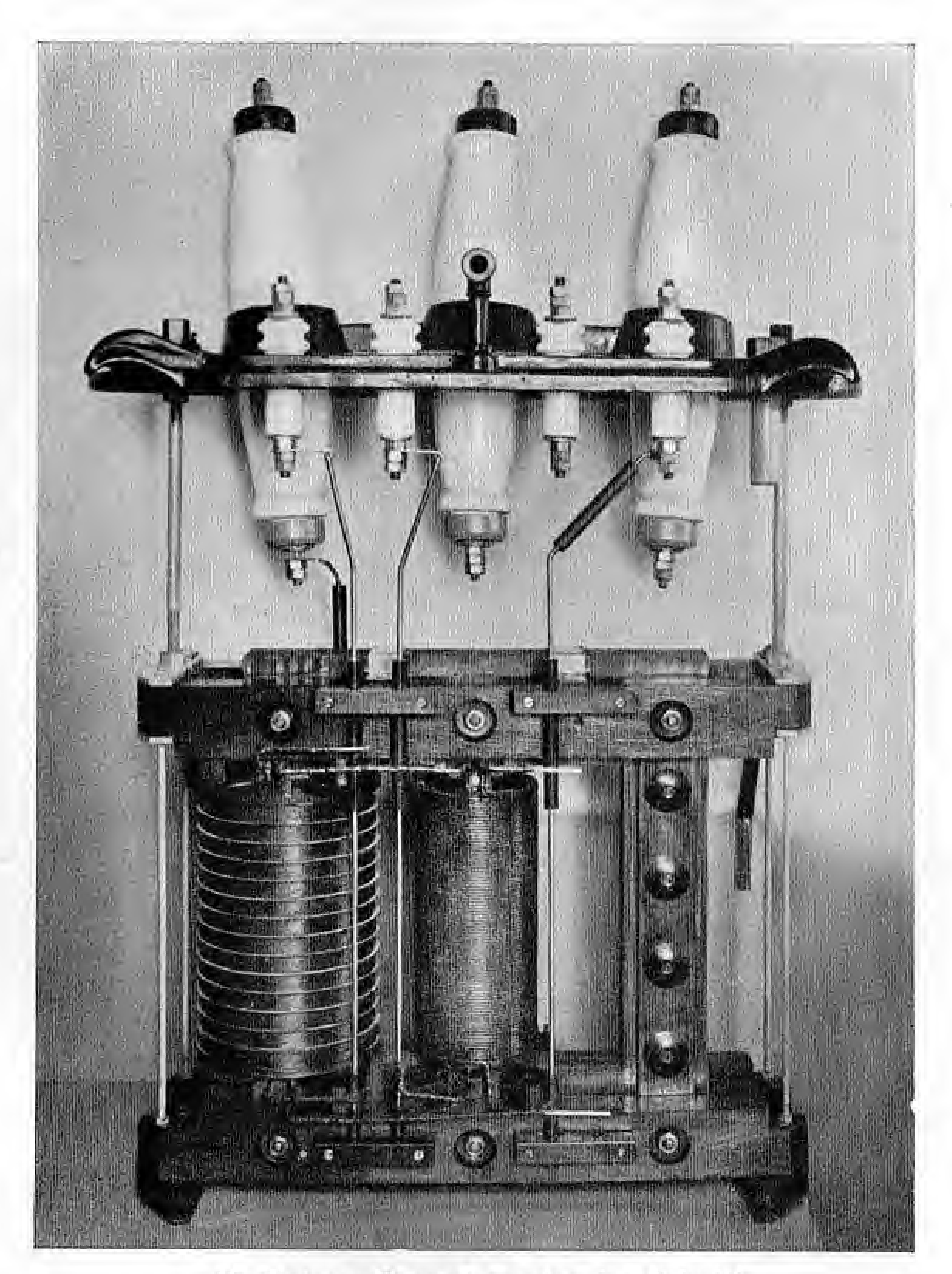
Raum 268 bringt anhand zahlreicher Versuche das Drehfeld und den Drehstrommotor, der in seinen Abwandlungen eingehend erläutert ist. Hier sind die Namen Ferraris, Tesla, Haselwander und



Der Arbeitstag eines Elektrizitätswerkes

Dobrowolski zu nennen. Weiter sind die Probleme der Hochspannungsübertragung und der Abschaltung höherer Leistungen dargestellt.

In der Mitte des Raumes befindet sich ein betriebsfähiger Umformer und ein geschnittener Transformator.



Drehstrom-Transformator im Schnitt

Raum 269—270: Großkraft-Verbund-Versorgung

(Ab 1915)

Die Zusammenarbeit der verschiedenen Kraftwerkstypen im Verbundbetrieb zeigt ein umfangreiches Bewegungsmodell, das in anschaulicher Weise erläutert, wie der heute gewaltig gesteigerte Strombedarf durch das Zusammenwirken von Laufwasserkraft-, Braunkohlen-, Steinkohlen-, Speicher- und Pumpspeicherwerken gedeckt wird.

Ein paar Stufen führen den Besucher zum Bayernwerks-Panorama. Vom Kesselberg aus überblickt man den Kochelsee mit den Anlagen des Walchenseewerks und das über ganz Bayern ausgedehnte 110000 Volt-Netz. Der Strombedarf und seine Deckung wird durch ein Leuchtpult anhand von Belastungskurven für einen Sommer- und einen Wintertag sowie einer Karte erläutert.

Raum 270 behandelt die technisch-wissenschaftlichen Aufgaben, die sich durch die Erzeugung, Fortleitung auf große Entfernung, Umformung, Abschaltung und sichere Beherrschung der ungeheuren Energiemengen ergeben. Zuletzt werden die Grundlagen der Tarifbildung dem Verständnis des Besuchers nahegebracht.

Raum 271: Die Bedeutung der neuzeitlichen Elektrotechnik

Sechs Gemälde und davor angebrachte Schaustücke stellen die Anwendung der Elektrizität in wichtigen Gebieten der heutigen Großindustrie und im Verkehr dar. Die Kraftwirkung des Stromes wird durch die elektrische Lokomotive, den Fördermotor und die Rotor-Nutenfräsmaschine, die Wärmewirkung durch den Carbidofen, den Stahlofen und die Stumpfschweißmaschine veranschaulicht. Die Bedeutung des Stromes für die deutsche Rohstoffherstellung, die heute eine besonders große Rolle spielt, ist durch eine anschauliche Statistik vor Augen geführt.

Raum 271a: Stromverbrauch in Haushalt und Gewerbe

Eigenschaften und Arbeitsweise derjenigen Geräte, die der Besucher im eigenen Haushalt oder Gewerbebetrieb benützt, wie elektrische Küchengeräte oder gewerbliche Motoren, werden durch betriebsfähige, zum Teil geschnittene oder in Glas nachgebildete Gegenstände in allgemein verständlicher Weise erklärt.

Raum 272: Vortragsraum

Jeden Montag finden hier Lichtbilder-Vorträge, Dienstag mit Samstag Filmvorführungen technisch-naturwissenschaftlichen Inhalts statt. Eintritt für Museumsbesucher frei. Siehe besondere Anschläge.

Raum 273—274: Gang und Treppenhaus

DRITTES OBERGESCHOSS

Astronomie und Geodäsie . . . . Raum 277—303

Planetarien
Sternwarten
Vermessungswesen
Kartographie

Textilindustrie . . . . Raum 305—312

Spinnen
Weben
Nähen
Wirken

Papierherstellung . . . . Raum 313—315

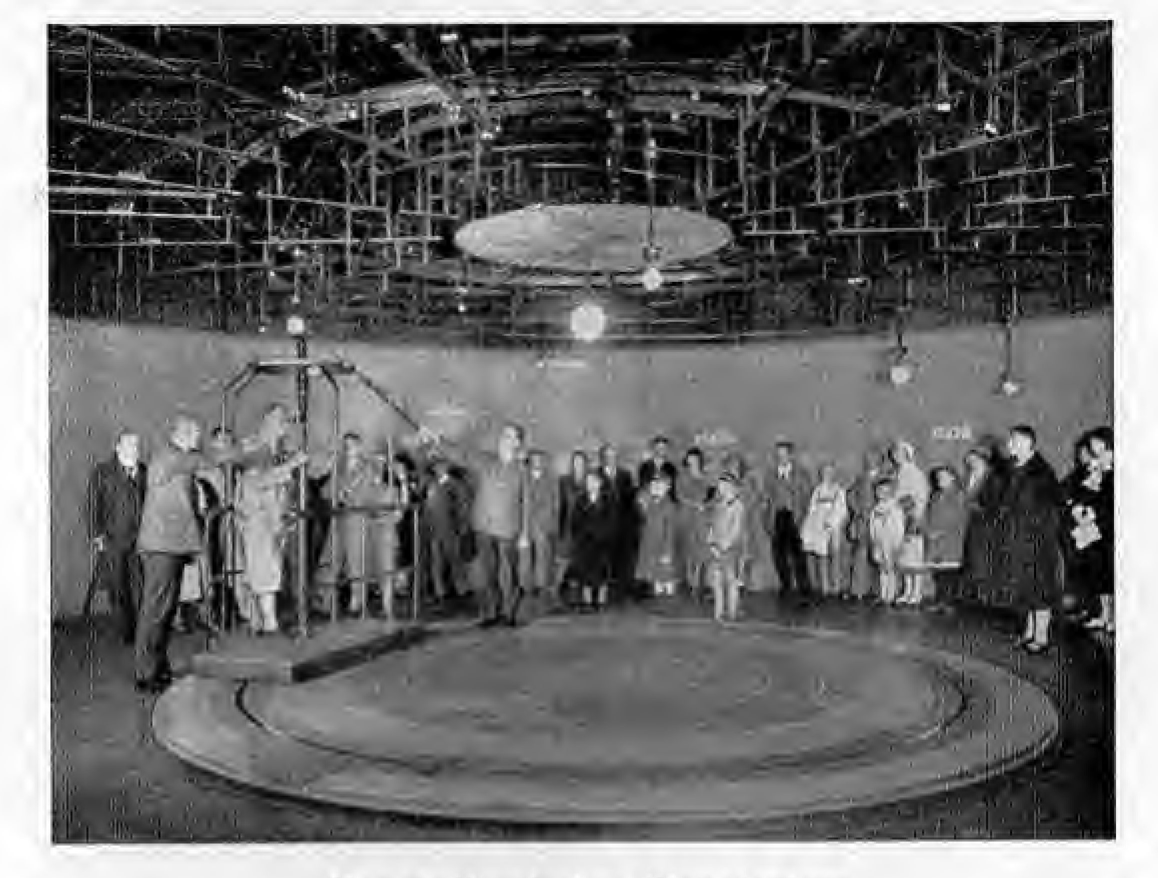
Schreib- und Drucktechnik . . . . Raum 316—326

Schreibtechnik
Schriftdruck
Bilddruck

Landwirtschaft . . . . Raum 327—336

Bodenbearbeitung
Ernte
Müllerei
Milchwirtschaft

Brauerei und Brennerei . . . . Raum 337—341



Kopernikanisches Planetarium

ASTRONOMIE

Die astronomische Abteilung gibt dem Besucher zunächst Aufschluß über die Bewegungen der Gestirne. Dies ist in anschaulichster Weise durch die beiden großen Planetarien möglich, die auf Anregungen Dr. Oskar von Millers zurückgehen.

Im Anschluß daran folgt die Darstellung der astronomischen Instrumente und Sternwarten. In den drei Kuppelbauten des Museums stehen Fernrohre, durch die man die Sonne und den gestirnten Himmel beobachten kann.

Raum 277: Saal Ptolemäus

Die scheinbaren Bewegungen der Gestirne, wie sie im 2. Jahrhundert n. Chr. von Claudius Ptolemäus abschließend in ein System gebracht wurden, sind vor allem an einem betriebsfähigen Kugelplanetarium zu sehen, das in der Saalmitte steht. Nach der Ptolemäischen Auffassung schwebt die Erde im Mittelpunkt des Weltalls, während sich die Sonne, alle Planeten und Fixsterne um sie drehen.

Raum 278: Ptolemäisches Planetarium

Dies von Dr. Bauersfeld konstruierte, von Zeiss in Jena erbaute Projektionsplanetarium zeigt die verwickelten Bewegungen der Himmelskörper, wie sie uns von der Erde aus erscheinen, in naturgetreuer, jedoch beschleunigter Wiedergabe. Durch den vielseitig drehbaren Apparat werden die Bilder der Gestirne an die Saalkuppel geworfen. Dabei lassen sich die Tages- und Jahresbewegungen nach Belieben regeln und einzeln vorführen, so daß man die Entstehung von Tag und Nacht, von Frühling, Sommer, Herbst und Winter, die Mondphasen, die Schleifenbewegungen der Planeten usw. genau verfolgen kann. Insgesamt sieht man etwa 5000 Sterne in den gleichen Größenverhältnissen, wie sie uns in der Natur erscheinen.

Das Planetarium wird stündlich ein- bis zweimal vorgeführt und durch einen kurzen Vortrag erläutert.

Raum 279: Saal Kopernikus

Die Auffassung, daß die Erde den Mittelpunkt des Weltalls darstelle, wurde im 16. Jahrhundert durch das Weltsystem des Nikolaus Kopernikus abgelöst, der die Sonne als den Mittelpunkt unserer Welt erklärte.

Ein Kugelplanetarium zeigt hier die Sonne, umkreist von den Planeten und ihren Monden, umschlossen von der feststehenden Welt der Fixsterne.

Raum 280: Treppe

Raum 281: Vorraum

Neben Darstellungen des Tierkreises nach altägyptischen, babylonischen, chinesischen, japanischen, griechischen, römischen und mittelalterlichen Vorbildern sind astronomische Uhren aufgestellt.

Raum 282: Kopernikanisches Planetarium

Bei dieser ebenfalls von Zeiss gebauten Einrichtung bestehen die einzelnen Planeten aus beweglichen Kugeln, die um eine große Glühlampe, die Sonne im Mittelpunkt darstellend, kreisen. Die Geschwindigkeiten der Planeten sind entsprechend beschleunigt, so daß ein Jahr in 12 Minuten abläuft. Auf einem unter der Erdkugel mitfahrenden Beobachtungswagen kann der Besucher hier auch das Entstehen der scheinbaren Sonnenbewegung vom Standpunkt der Erde aus verfolgen.

Besonders gut lassen sich in diesem Planetarium die Sonnen- und Mondfinsternisse verständlich machen, die durch gegenseitige Beschattung von Erde und Mond entstehen.

An der zylindrischen Wand des Raumes sind die Sternbilder des Tierkreises, der den scheinbaren Weg der Sonne und Planeten bezeichnet, durch Glühlämpchen und goldene Linien dargestellt.

Das Kopernikanische Planetarium wird jeweils anschließend an das Ptolemäische vorgeführt und erklärt.

Raum 283: Sonnensystem

Die Größe der Sonne ist aus einer Vergleichstafel ersichtlich, auf der unter anderem gezeigt wird, daß der Sonnendurchmesser 108 mal größer ist als derjenige der Erde und daß der Durchmesser der Mondbahn nur etwa die Hälfte des Sonnendurchmessers beträgt.

Raum 284: Erforschung von Sonne und Mond

Neben zeichnerischen Darstellungen der Sonne und des Mondes, wie sie Galilei, Scheiner, Hevel u. a. fertigten, finden wir die neuesten photographischen Aufnahmen aus großen Sternwarten.



Größenvergleich von Sonne und Planeten

Ein Gemälde gibt das Phantasiebild einer Mondlandschaft, von der aus man unsere Erde, im Weltall schwebend, erblickt.

Raum 285: Erforschung der Planeten. Himmelsgloben

Über die Oberfläche der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn geben verschiedene Zeichnungen Aufschluß. Daneben sind die Kometen und ihre Bahnen im Zusammenhang mit den Planetenbahnen veranschaulicht.

Eine Sammlung zeigt Himmelsgloben aus verschiedenen Zeiten. Außer der Nachbildung eines arabischen Himmelsglobus des 13. Jahrhunderts sehen wir solche von Mercator, Blaeu, Doppelmayr usw.

Raum 286: Erforschung der Fixsterne

Über die Welt der Fixsterne und deren Verteilung im Weltraum geben Erläuterungen und eine Reihe von Sternphotographien Aufschluß. Besonders sind die Aufnahmen der Milchstraße, der Sternhaufen und Nebel hervorzuheben.

Raum 287: Beschaffenheit der Fixsterne

Den Abschluß bildet eine Zusammenstellung über den Auf- und Abstieg im Entwicklungsgang eines Fixsternes vom Riesenstern bis zum Zwergstern, wobei wir an zweitletzter Stelle unsere Sonne verzeichnet finden.

Raum 288: Gang zur Ostkuppel

Schnittdarstellungen geben Vergleiche über die Größen astronomischer Beobachtungsinstrumente von dem 1¼ Meter langen Hand-Fernrohr Galileis bis zum Refraktor der Yerkes-Sternwarte (Chicago) mit 18,5 Metern Länge.

Raum 289: Ostkuppel

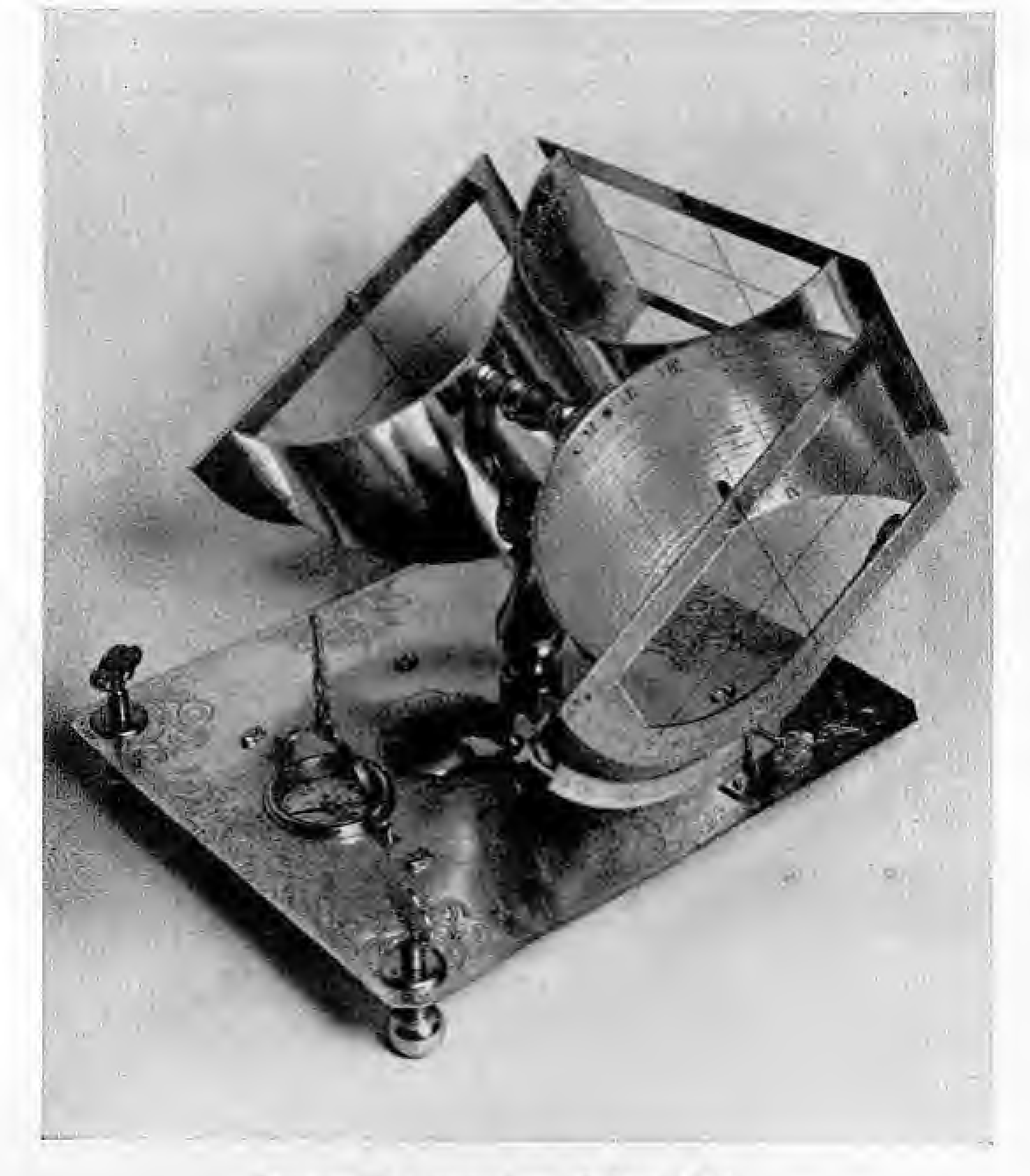
Hier steht ein Reflektor von C. P. Goerz mit einer Spiegelöffnung von 400 Millimetern. Die Kuppel ist durch elektrischen Antrieb zu drehen.

Zurück durch den Gang:

Raum 290: Sonnenuhren

Bei den links aufgestellten ägyptischen und griechischen Sonnenuhren wird der Schatten einer Kante, eines Stabes, der Lichtpunkt eines Öhres usw. beobachtet und dadurch die Zeit bestimmt.

Im Pultschrank finden wir Sonnenuhren mit Polstab als waagrechte und senkrechte Sonnenuhren, ferner Reise-, Zimmer- und Ringsonnenuhren.



Sonnenuhr aus dem Jahre 1726

Raum 291: Kleine Terrasse mit Meridianhaus

Ein Gnomon mit Meridianstreifen zeigt die Bestimmung des wahren Mittags durch den Sonnenschatten und die gleichzeitige Feststellung des Datums durch dessen Länge.

Außerdem sind mehrere Sonnenuhren und ein Sonnenchronometer nach Gibbs aufgestellt, das mitteleuropäische Zeit angibt.

Im Meridianhaus befinden sich ein Durchgangsinstrument, ein Meridianinstrument und ein Chronograph.

Raum 292: Astronomische Meßinstrumente

Neben der Zeitbestimmung ist für den Astronomen die Bestimmung des Ortes eines Sternes erforderlich. Dies geschieht durch Messung verschiedener Winkel, vor allem mit Armillen, Astrolabien, Sextanten, Quadranten und Durchgangsinstrumenten.

Hervorzuheben ist der an der Treppenwand befestigte Mauerquadrant aus der alten Würzburger Sternwarte und ein Bild, das die Anwendungsweise derartiger Instrumente zeigt.

Raum 293: Galileisaal

Rings an den Wänden ist die Entwicklung der für astronomische Zwecke bestimmten Fernrohre durch bedeutende Beispiele vor Augen geführt.

Unter den Linsenfernrohren sind die Nachbildungen der Instrumente von Galilei und von Scheiner hervorzuheben, sowie das 7 Meter lange Originalfernrohr von Simon Marius, mit dem die Jupitermonde 1610 entdeckt wurden. Von neueren Refraktoren seien die von Fraunhofer, Bruce und Loewy angeführt.

Die Spiegelfernrohre sind dargestellt durch Instrumente von Newton, Gregory, Herschel, sowie durch neuzeitliche Bauarten, z. B. das der Sternwarte Bergedorf von Zeiss.

Dann folgen Sternphotometer, die zur Helligkeitsbestimmung dienen und Sternspektralapparate, die über Natur, Wärmegrad und Geschwindigkeit der Gestirne Aufschluß geben. Es sind Instrumente von Schwerd, Steinheil, Zöllner und Guthnick aufgestellt.

In einer Nische des Raumes ist die indische Sternwarte zu Jaipur aus dem 18. Jahrhundert im Modell aufgebaut. Sie besteht aus riesigen Steinbauten, die als Sonnenuhren, Mauerquadranten usw. zu Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge dienen.

Die Saalmitte nimmt ein Modell der berühmten Uranienburg auf der Insel Hven nördlich von Kopenhagen ein, der größten Sternwarte des 16. Jahrhunderts, auf der Tycho Brahe 20 Jahre hindurch seine Beobachtungen angestellt hat. Das Gebäude enthielt einige, durch Bretter zu überdeckende Terrassen mit den Instrumenten, während sich im Inneren die Arbeitsräume, die Bibliothek, ein alchimistisches Laboratorium, sowie die Wohnräume befanden.

Ein kleiner Schrank bewahrt als Originalgeräte von Tycho Brahe zwei Planetolabien, verschiedene Klapp-Sonnenuhren und einen Himmelsglobus.



Teilstück aus dem Modell: Sternwarte zu Jaipur

Raum 294: Entwicklung der Sternwarten

Der Danziger Astronom Johannes Hevel errichtete seine Sternwarte 1641 auf Plattformen über Hausdächern. Weitere Beispiele zeigen Sternwarten zu ebener Erde, wie in Nürnberg im 18. Jahrhundert, oder als Terrassen, wie in Paris, Straßburg usw.

Als Typ neuzeitlicher Sternwarten ist das Modell einer drehbaren Kuppel aufgestellt, bei der ein Spalt geöffnet werden kann. Von dieser Art sind auch die Sternwartkuppeln des Deutschen Museums.

Raum 295: Treppe zur Terrasse

Raum 296: Große Terrasse

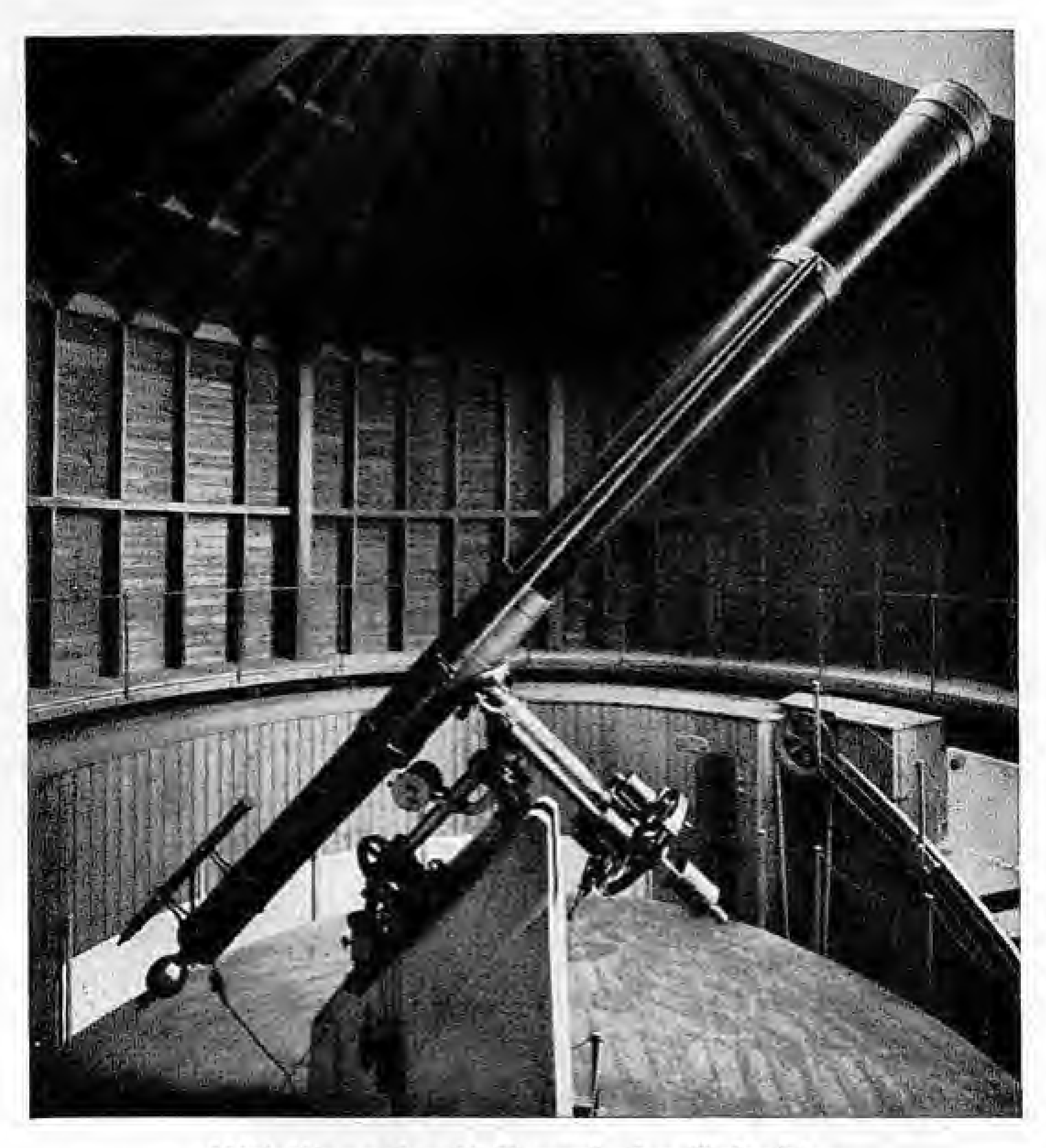
Die Terrasse bietet, ähnlich wie der Museumsturm, einen prächtigen Ausblick auf die Stadt, das Isartal und, bei gutem Wetter, auf die Berge. Mehrere Fernrohre stehen zur Benützung bereit.

Raum 297: Treppe zur Mittelkuppel

Raum 298: Mittelkuppel

Diese Kuppel mit zylindrischer Wandung und flachem Kegeldach beherbergt den berühmten 15-zölligen Fraunhofer-Refraktor, der seinerzeit als größtes Fernrohr der Welt für die russische Sternwarte zu Pulkowa gebaut wurde (15 Zoll = 381 Millimeter).

Damit man bei jeder Stellung des Fernrohrs bequem beobachten kann, ist die Bühne, auf der die Besucher stehen, heb- und senkbar. Die Kuppel kann durch Druck auf einen Schaltknopf elektrisch gedreht werden. Um bei längeren Beobachtungen einen eingestellten Stern nicht infolge der Erdbewegung aus dem Gesichtsfeld zu verlieren, ist ein Uhrwerk vorgesehen, das, entgegen der Drehung der Erde, eine langsame Weiterführung des Rohres bewirkt.



Mittelkuppel mit Fraunhofer-Refraktor



Ausblick von der großen Terrasse mit Fernrohren

GEODÄSIE

Raum 299: Geodätische Instrumente

Aufgabe der Geodäsie oder Feldmeßkunst ist es, die Größe und Gestalt der Erde und ihrer einzelnen Gebiete zu bestimmen. Auf Grund der geodätischen Vermessungen werden naturgetreue Karten und Pläne geschaffen.

Die dazu erforderlichen Geräte sind in vielgestaltigen Ausführungen in ihrer Entwicklung gezeigt. Der Längenmessung dienen Meßketten, -bänder und -räder, Schrittzähler und Feldzirkel. Zur Herstellung einer Basis, d. h. einer genau bestimmten Strecke als Grundlage für die gesamte Landesvermessung verwendet man die Basisapparate. Zur Messung der Höhenunterschiede werden erst Kanalwaagen und mit Diopten versehene Pendel, später die mit Libellen ausgerüsteten Nivellierinstrumente benützt.

Raum 300: Winkel-Meßinstrumente

Wenn man die Länge einer Dreieckseite und die beiden anliegenden Winkel kennt, kann man auf rein rechnerischem Wege die Längen der beiden anderen Seiten bestimmen.

Für die Vermessungskunde sind daher möglichst genaue Winkelmeßgeräte von größter Bedeutung. Die Sammlung enthält Spiegelsextanten, die auch bei der Seefahrt verwendet werden, für freihändige Benutzung, ferner Borda-Kreise und Höhenwinkelmesser.

Feste Aufstellung verlangen die aus den Astrolabien und Scheibeninstrumenten hervorgegangenen Theodolite. Diese bestehen aus einem auf genau geteilten Gradbögen beweglichen Fernrohr, so daß waagrechte und senkrechte Winkel unmittelbar damit gemessen werden können.

Zur Feststellung eines Winkels, den eine bestimmte Richtung mit einer der Himmelsrichtungen bildet, dienen die mit einer Magnetnadel versehenen Bussolen-Instrumente.

Im gleichen Raum sind Kreis- und Längenteilmaschinen aufgestellt, mit deren Hilfe genaueste Teilungen für die genannten Instrumente gefertigt werden. Hervorzuheben ist die berühmte Kreisteilmaschine von G. v. Reichenbach aus dem Jahre 1804.

Raum 301: Photogrammetrie

Eine neue Vermessungsart entstand durch die Heranziehung der Photographie, wobei aus den Lichtbildern Grund- und Aufrisse von Gebäuden usw. abgeleitet werden.

Als Sondergebiet, das hauptsächlich während des Krieges weitestgehende Förderung erfahren hat, ist die Photogrammetrie aus der Luft zu nennen, bei der Aufnahmen aus Flugzeugen und Luftschiffen gemacht und mit Hilfe von Entzerrungsgeräten in ein genaues Kartenbild des aufgenommenen Geländes verwandelt werden.

Mit der Stereophotographie ist es möglich, auch die Höhenunterschiede eines Gebietes genau festzulegen, wobei der Stereo-Autograph auf mechanischem Wege nach Stereoskop-Aufnahmen genaue Landkarten mit Höhenlinien liefert.

Raum 302: Kartographie

Die Entwicklung der kartographischen Darstellungsweisen und die Anfertigung von Landkarten und Reliefs ist durch ausgewählte Beispiele belegt.

Wir sehen Karten des Altertums, die Europa, Asien und Afrika als eine auf dem Ozean schwimmende Scheibe wiedergeben. Im Mittelalter finden wir die Anordnung der Karten vielfach durch biblische Lehren beeinflußt, wobei im Mittelpunkt meist Jerusalem liegt.

Durch die Seefahrer erfuhren die Karten im 15. Jahrhundert Erweiterungen, während die wissenschaftliche Kartographie vornehm-



Erdapfel von Martin Behaim 1492

lich mit Mercator und seinem Projektionssystem im 16. Jahrhundert einsetzt. Damit beginnt eine stetige Annäherung an die Wirklichkeit.

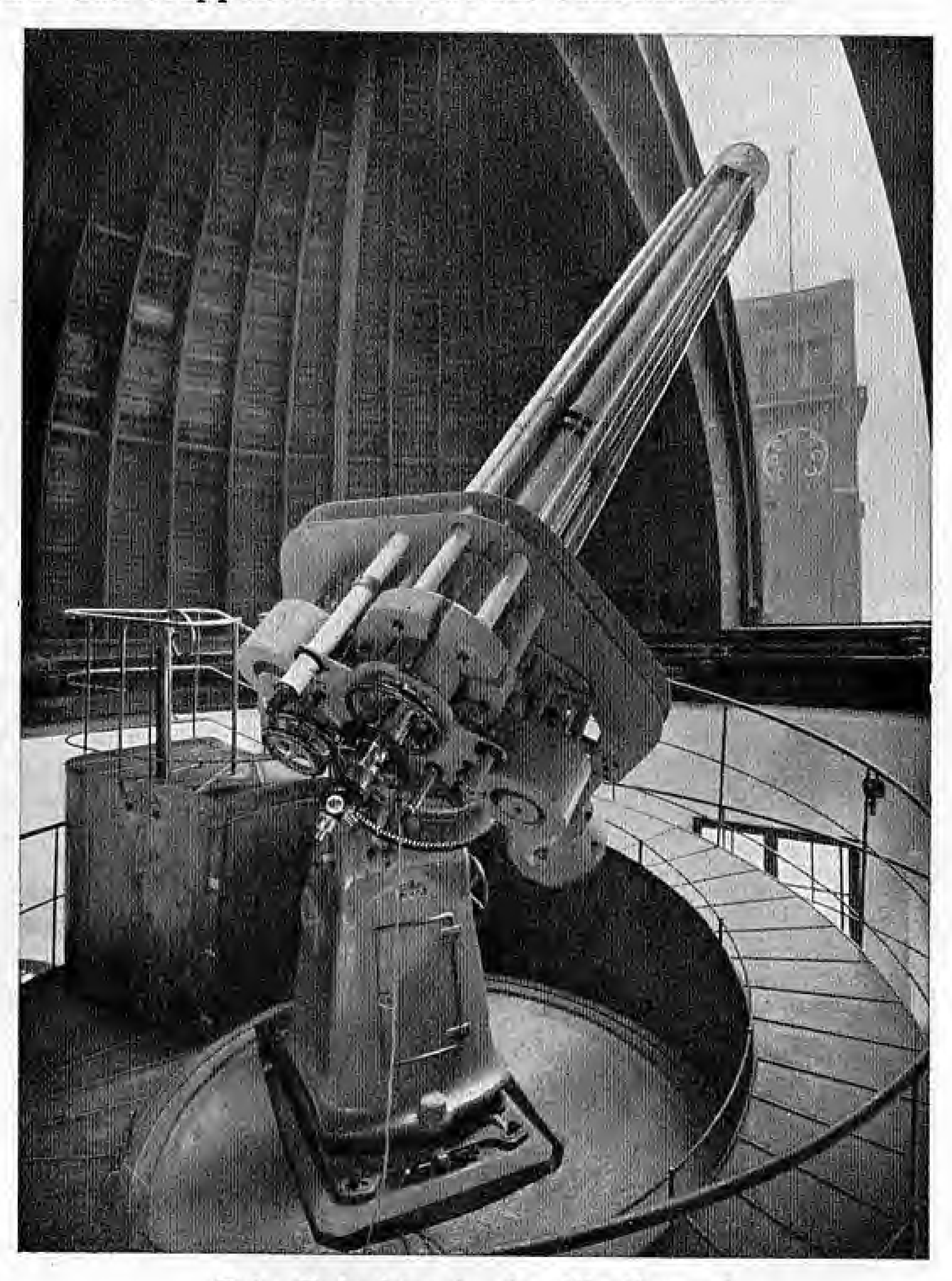
Zwei Pulte zeigen den Arbeitsverlauf bei der Aufnahme und beim Druck von Landkarten nach den verschiedenen Verfahren.

Unter den hier aufgestellten Erdgloben seien die von Martin Behaim 1492 und von Vopellius 1545 hervorgehoben.

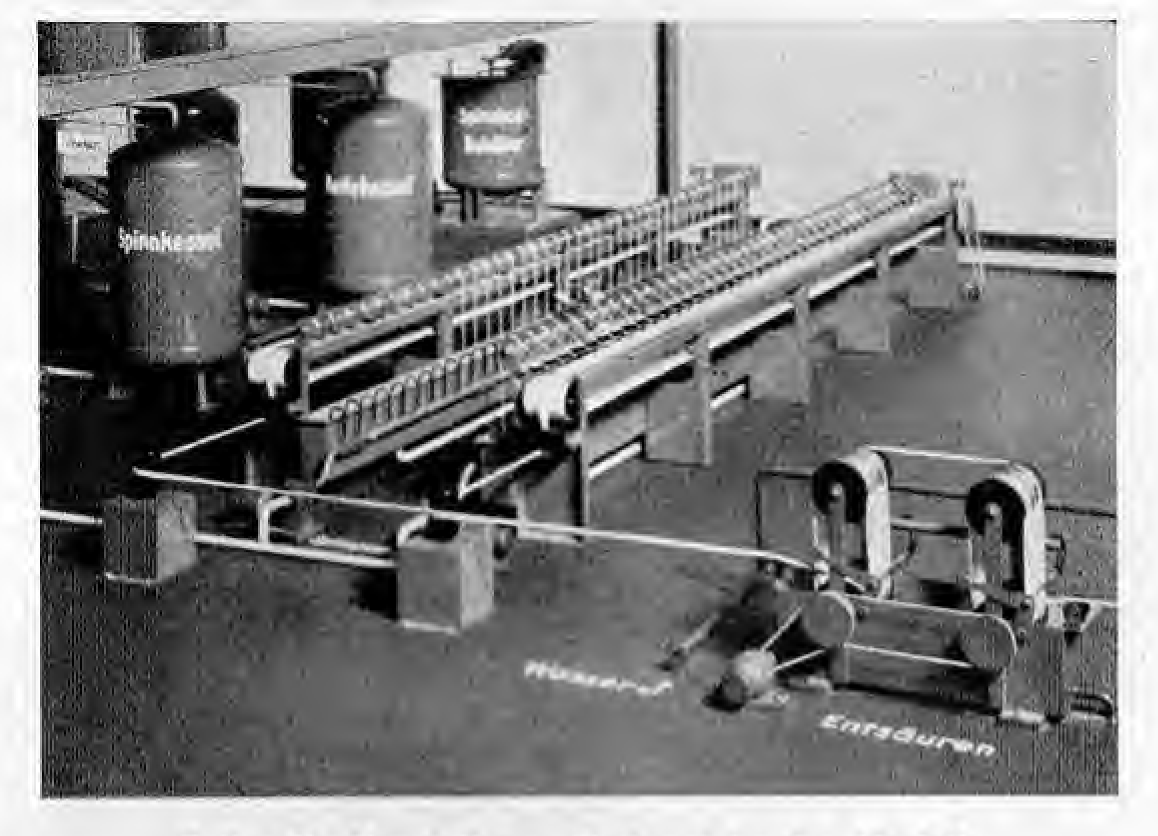
Raum 303: Westkuppel

Den Abschluß der Gruppe Astronomie bildet ein Zeiss-Refraktor von 300 Millimetern Öffnung, nach dem Entlastungssystem von Meyer gebaut. Bei günstiger Witterung kann man, auch während des Tages, Beobachtungen der Gestirne machen. Vielfach sind Sonnenflecken zu sehen. Die technischen Einrichtungen sind ähnlich denen der Mittelkuppel.

Über den Treppenvorraum 304 zur Textilindustrie



Zeiss-Refraktor in der Westkuppel



Zellwolle-Herstellung. Teilansicht des Modells

TEXTILINDUSTRIE

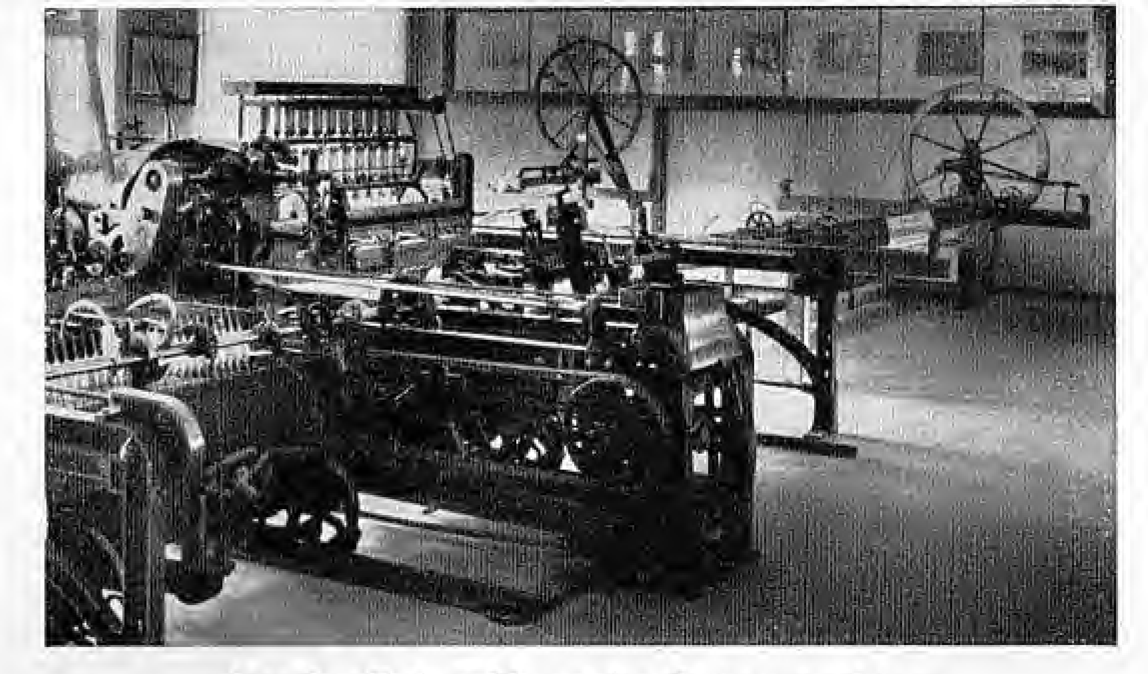
Raum 305: Gespinstfasern

Die in der Textilindustrie verwendeten Gespinstfasern können entweder dem Pflanzenreich, dem Tierreich oder dem Mineralreich entstammen oder sie sind künstlich hergestellt.

Von pflanzlichen Fasern verwenden wir Flachs, Hanf, Jute, Ramie und Baumwolle, von tierischen Wolle, Kamelhaar und Seide, von mineralischen besonders Metallfäden, die durch Ziehen von Drähten hergestellt oder, wie die cyprischen Goldfäden, aus blattgoldbelegten Darmhäuten gefertigt werden.

Eine große Rolle spielt heute die Kunstseide. Ihr Ausgangsstoff ist Holz- oder Baumwollzellstoff, der in einer Flüssigkeit gelöst und durch feinste Düsen gepreßt, in Fällbädern als Faden entsteht Je nach dem Verfahren unterscheidet man Chardonnet-, Kupfer-, Viskose-, Azetat-Kunstseide.

In der Mitte des Raumes veranschaulicht ein ausführliches Modell die Herstellung der neuerdings besonders wichtig gewordenen Zellwolle (Vistra-Faser).



Aus der Entwicklung der Spinnmaschinen

Raum 306: Spinnerei-Vorbereitung

Um Fasern zu einem Faden spinnen zu können, ist es nötig, sie zuerst zu reinigen und aufzulockern. Hierauf werden die wirren Fasernmassen geordnet und in die Form eines fortlaufenden Florbandes gebracht. Dies geschieht durch die Kardiermaschinen, deren Arbeitsweise durch einen Vergleich mit den alten Handkartätschen verständlich wird. Neben älteren Kämmerei-Einrichtungen ist eine neuzeitliche Kämm-Maschine in Tätigkeit, bei der man die Beseitigung von Unreinigkeiten, sowie die Abscheidung kurzer Fasernstücke verfolgen kann.

Die gegenüberliegende Seite des Saales zeigt durch einen vollständigen Maschinensatz und übersichtliche Erläuterungstafeln die Entstehung eines Baumwollgarnes von der Schlagmaschine und Karde über Kanal- und Doubliermaschine zur Strecke und der „Flyer" genannten Flügel-Vorspinnmaschine.

Raum 307: Feinspinnerei

Man kann in einfachster Weise das Spinnen mit einer Handspindel durch eine Drehbewegung mit Daumen und Zeigefinger ausführen. Nachdem ein Stück gesponnen ist, wird der erzeugte Faden aufgewickelt und diese beiden Vorgänge abwechselnd wiederholt. Die gleiche unterbrochene Form der Garnbildung zeigt ein einfaches Handspinnrad, bei dem die Drehung des Fadens durch eine rasch laufende Spindel bewirkt wird.

Während diese Arbeiten mit den Fingern und einer einzelnen Spindel ausgeführt werden, zeigt die mechanische Spinnerei diese Anordnung mit Maschinenbetrieb und vielen Spindeln. Bei einer der ältesten Spinnmaschinen sehen wir bereits 60 Spindeln gleichzeitig arbeiten, bei einem modernen Selfactor sind an einer Maschine für gewöhnlich 1000 Spindeln angebracht. Die abwechselnden Vorgänge des Spinnens und Aufwickelns sind auch an dieser komplizierten Maschine beim Betrieb sehr deutlich zu beobachten.

Im Gegensatz zu den eben genannten „unstetigen" Spinnvorgängen wird bei den „stetigen" gleichzeitig gesponnen und aufgewickelt. Hier stehen am Anfang die bekannten Flügelspinnräder, deren Merkmal eine Spule mit verzögerter Bewegung ist.

Unter den verschiedenen Formen dieser Spinnräder fällt auch die Rekonstruktion einer Spinnvorrichtung von Leonardo da Vinci auf.

Neben der Waterspinnmaschine für festere Garne, besonders auch für Flachs, Hanf und Jute, ist die heutige Form „stetiger" Spinneinrichtungen zu nennen: die Ringspinnmaschine. An Stelle der Flügelspindel besitzt sie eine kleine auf einer Ringbahn kreisende Drahtöse (Läufer).

Raum 308: Flechten. Flachsverarbeitung

Die Handbewegungen, die zum Flechten eines Zopfes nötig sind, werden von den Flechtmaschinen mit großer Geschwindigkeit z. B. zur Herstellung von Schnüren und Schläuchen nachgeahmt.

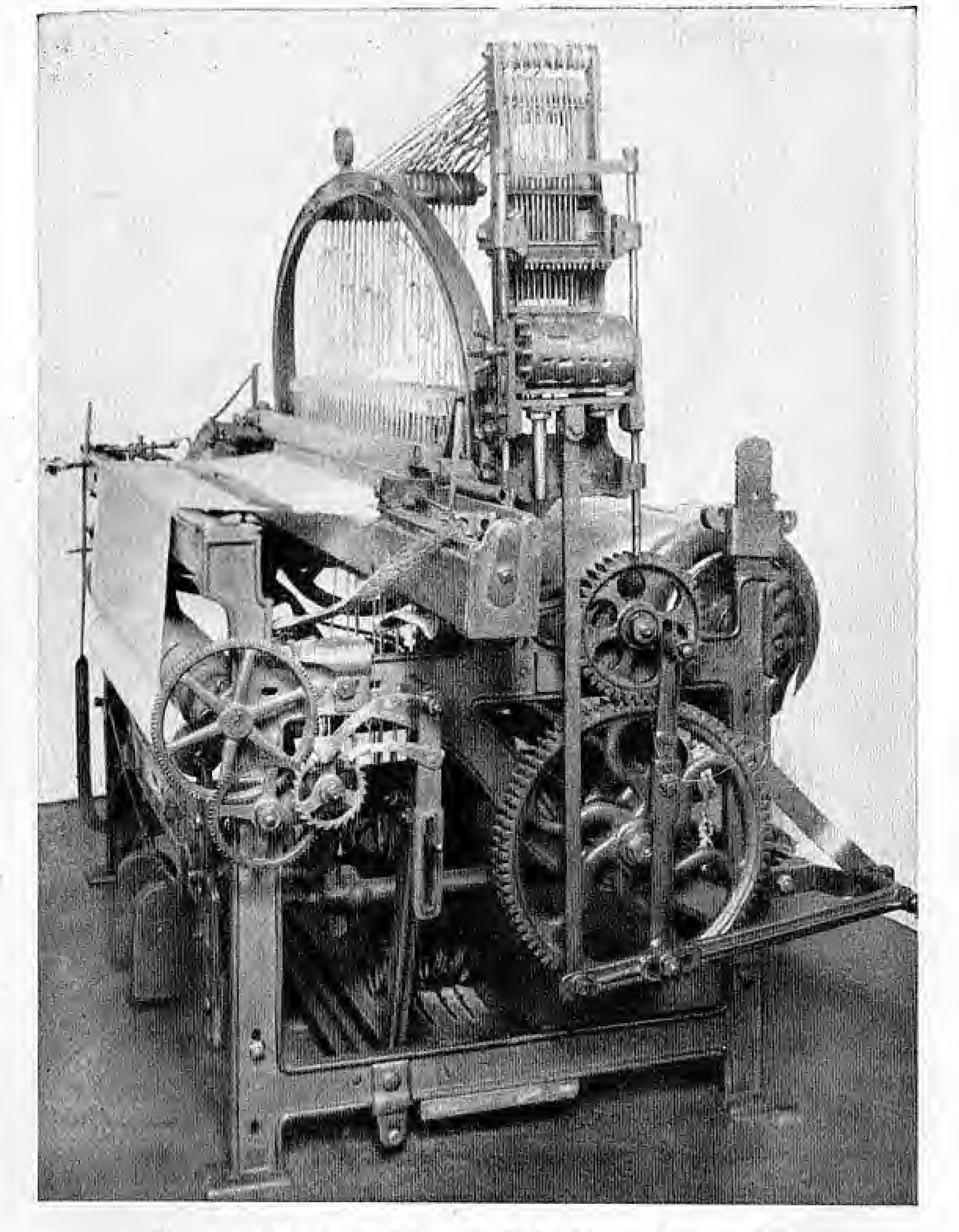
Daneben ist die Verarbeitung von Flachs durch Rösten, Dörren, Brechen, Schwingen und Hecheln als Vorbereitung zum Spinnen gezeigt.

Raum 309: Weben

Das Weben besteht, ähnlich wie das Stopfen, in der Verbindung von längsgerichteten Fäden (Kettfäden) durch einen quergerichteten (Schußfaden).

Die aufgestellten Webvorrichtungen aus den verschiedensten Zeiten und Ländern lassen alle dieses grundlegende Verfahren deutlich erkennen. An einem alten Tuchwebstuhl kann das abwechselnde Heben und Senken der einzelnen Kettfäden beobachtet werden. Durch die jedesmal entstehenden Zwischenräume (Fächer) wird der Schußfaden, der sich auf einer Spule in einem Schiffchen befindet, durchgeschleudert.

Während bei den Hand-Webstühlen der Vorgang langsamer verläuft, arbeiten die mit elektrischen Motoren betriebenen Webstühle mit sehr großer Geschwindigkeit. Dabei sind Einrichtungen vorhanden, die beim Abreißen eines Fadens den Webstuhl selbsttätig abstellen und eine verbrauchte Spule sofort durch eine neue ersetzen.



Baumwollwebstuhl mit Schaftmaschine, 1838

Will man verschiedene Muster erzielen, so können verschiedenfarbige Kett- und Schußfäden eingeführt werden und das Heben und Senken nach einer bestimmten Regel bewirkt werden. Dies geschah früher beim Damast-Webstuhl durch Handarbeit.

Beim Jacquard-Webstuhl wird die gewünschte Hebung und Senkung der einzelnen Kettfäden durch gelochte Karten bewirkt,

wobei das einmal festgelegte Muster eines bestimmten Gewebes beliebig oft wiederholt werden kann. So werden Teppiche und sogar Bilder auf mechanische Weise gewebt.

Im Gegensatz hierzu steht die Erzeugung des Musters durch bedruckt gefärbte Kettfäden, die über eine Rute gehoben und zum gemusterten Flor zerschnitten werden.

Einen Gesamtüberblick über einzelne Weberei-Einrichtungen gibt eine alte Leinwand-Webstube des 18. Jahrhunderts aus dem Fichtelgebirge.

Raum 310: Nähen

Von den ältesten Systemen der Nähmaschine, mit einem Faden und Kettenstich schreitet die Entwicklung zu den neueren Schiffchen-Systemen mit zwei Fäden und dann zu Greifer-Nähmaschinen fort. Unter den ersten sind die von Madersperger, Thimmonier und Howe zu nennen. Heutige Maschinen leisten bis 4000 Stiche in der Minute.

Raum 311: Gewebearten

Aus anschaulichen vergrößerten Darstellungen kann die Entstehung einzelner Stoffarten entnommen werden. Proben historischer Stoffe von den ältesten ägyptischen Gewebe-Resten bis zu den heutigen Stoffen sind in den Mittelpulten gezeigt. Zwei weitere Kästen geben Aufschluß über die Stoffveredelung für Wolle, Leinen, Baumwolle und Seide. Hierbei ist besonders das Appretieren und Glätten, sowie das Färben und Bedrucken der Stoffe einst und jetzt veranschaulicht.

Raum 312: Wirken

Als Vorläufer der Wirkerei ist Stricken und Häkeln zu nennen. In ähnlicher Art werden Maschengebilde durch breite und runde Wirkmaschinen hergestellt. Man unterscheidet Kulierstühle für einen und Kettenstühle für viele Fäden.

PAPIERHERSTELLUNG

Raum 313: Papiermühle

Während beim Weben die Fäden in rechtwinkliger Weise miteinander verflochten werden, bezweckt die Papierherstellung eine Verfilzung der unregelmäßig liegenden kürzeren Fasern.

Die hier aufgestellte Papiermühle stammt aus Haynsburg in Thüringen, wurde um 1700 errichtet und war bis 1909 in Betrieb.

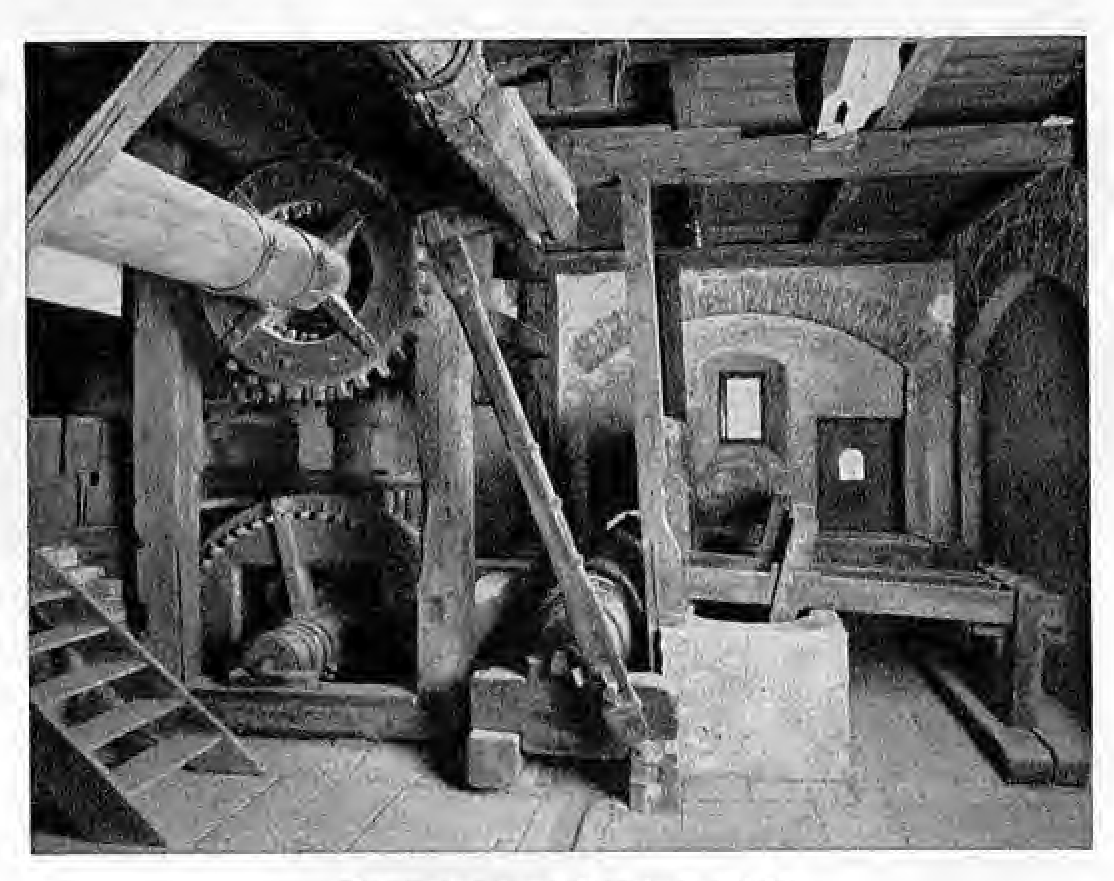
Man sieht die Vorrichtungen zum Stampfen und Mahlen der Hadern, die Schöpfbütte, woraus der Papierbrei durch Siebe mit der Hand geschöpft wird (daher: handgeschöpftes Büttenpapier), weiter die Stockpresse und über eine Treppe den Trockenboden, auf dem auch die Lumpen sortiert und geschnitten werden.

Raum 314: Papierherstellung

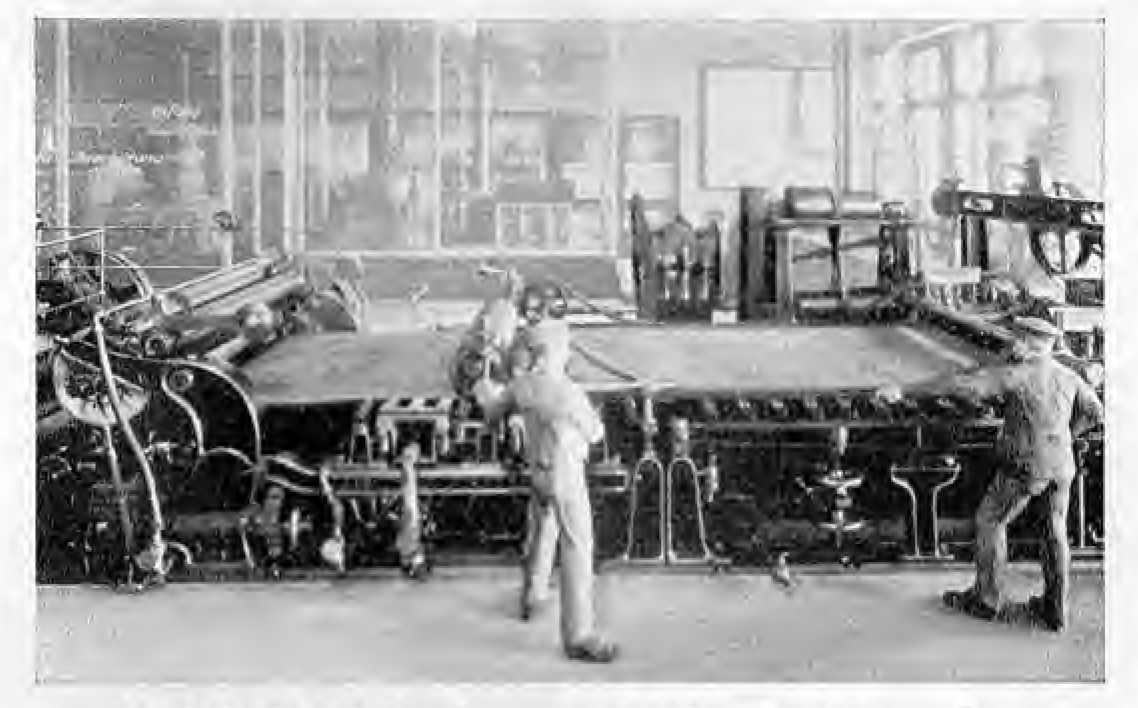
Eine Darstellung links zeigt Vorläufer des Papiers: vor allem den ägyptischen Papyrus, der aus rechtwinkelig übereinander gelegtem, gespaltenem Pflanzenmark besteht, und das Pergament, das aus Tierhäuten durch Beizen mit Kalk und Glätten gewonnen wird.

Auf der anderen Seite, der Herstellung des Papieres gewidmet, sieht man zunächst die Ausgangsstoffe: Leinen und Baumwolle für Feinpapiere, Holz und Stroh für Massenbedarfspapiere, Manilahanf und Jute für Packpapiere.

Der Vorgang der Herstellung ist folgender: Die Lumpen werden von unverwendbaren Abfällen gesondert und sortiert. Der Hadernschneider zerkleinert durch ein Messer die einzelnen Stücke, die, nachdem sie entstaubt sind, in einen großen Kugelkocher gelangen, wo sie durch Lauge und Dampf entfettet und aufgelockert werden. Ein sogenannter Holländer, in dem eine sich drehende Messerwalze gegen feststehende Messer bewegt wird, bewirkt die Feinzerfaserung.



Haynsburger Papiermühle



Modell: Siebtisch einer neuzeitlichen Papiermaschine

Nun beginnt die Arbeit der Papiermaschine. Von der Vorratsbütte gelangt der Papierbrei über Sand- und Knotenfänger auf den Siebtisch. Ein feinmaschiges Siebband läuft unter rüttelnden Bewegungen über eine Saugvorrichtung, wodurch dem Papierbrei der größte Teil seines Wassergehaltes entzogen wird. Hierdurch tritt eine innige Verfilzung der Fasern ein. Nachdem die Masse die Gautsch- und Naßpressen durchlaufen hat, gelangt die Papierbahn in den Trockenteil der Maschine. Durch dampfgeheizte Zylinder folgt die völlige Trocknung des Papiers, das nach einer letzten Glättung auf den Haspel gerollt wird. Soll die Oberfläche besondere Glätte erhalten, so kann dies durch „Kalander" genannte Preßwerke mit Stahl- und Preßpapierwalzen erreicht werden. Die hochglänzende Oberfläche des Kunstdruckpapiers entsteht durch Kreide- oder Kaseïnaufstriche.

Zur Herstellung von Massenpapieren, besonders für Zeitungen, wird als Ausgangsstoff Holz verwendet, das auf chemischem Wege z. B. durch Sulfitlauge zu Zellstoff verarbeitet wird und durch Zusatz reinen Holzschliffs noch erheblich gestreckt werden kann.

Einzel- und Gesamtmodelle zeigen die zur Erzeugung holzhaltigen Papiers nötigen technischen Anlagen. Ein Pult verwahrt die ersten Versuche der Erfinder F. G. Keller und H. Voelter.

Raum 315: Papierprüfung

Neben Papier- und Pappe-Erzeugnissen sehen wir Prüfapparate zur Feststellung der Papierdicke, der Struktur, Festigkeit, Saugfähigkeit, Farbe, Lichtdurchlässigkeit, des Aschegehalts usw.

SCHREIB- UND DRUCKTECHNIK

SCHREIBTECHNIK

Raum 316: Entwicklung der Schriften

Am Beginn steht die Bilderschrift, bei der die Worte durch Bildzeichen versinnbildlicht werden. An die Bilderschrift schließen sich Schreibarten an, die verschiedene Zeichen zum Ausdruck einzelner Silben und Wortteile verbinden, wie dies bei der chinesischen Schrift mit ihren Tausenden von Zeichen der Fall ist. Die weitere Vereinfachung der Schrift bildet die Buchstabenschrift, mit der durch ungefähr 30 Zeichen sämtliche Worte einer Sprache auszudrücken sind.

So sehen wir Beispiele der genannten Arten von den Höhlenzeichnungen, Indianerschriften auf Leder und Rinde, australischen Botenstäben an, über ägyptische, babylonische, phönizische, griechische, römische und orientalische Schriften zu den mittelalterlichen und neuzeitlichen Kulturen.

Hervorgehoben sei ein Original-Tonzylinder des Königs Nebukadnezar aus dem 6. Jahrhundert v. Chr., die Nachbildung des berühmten Rosette-Steins, der zur Entzifferung der Hieroglyphen führte, sowie die Nachbildung des Runensteins von Gottorp (König Sigtryggs Stein).

Eine Sonderdarstellung vereinigt Proben der abendländischen Buch- und Urkundenschrift.

Zuletzt ist die Stenographie behandelt, deren Anwendung bis ins Altertum zurückgeht. Durch Zusammenziehung der Buchstaben und Einführung besonderer Kürzungen wird eine bedeutende Raum- und Zeitersparnis erzielt.

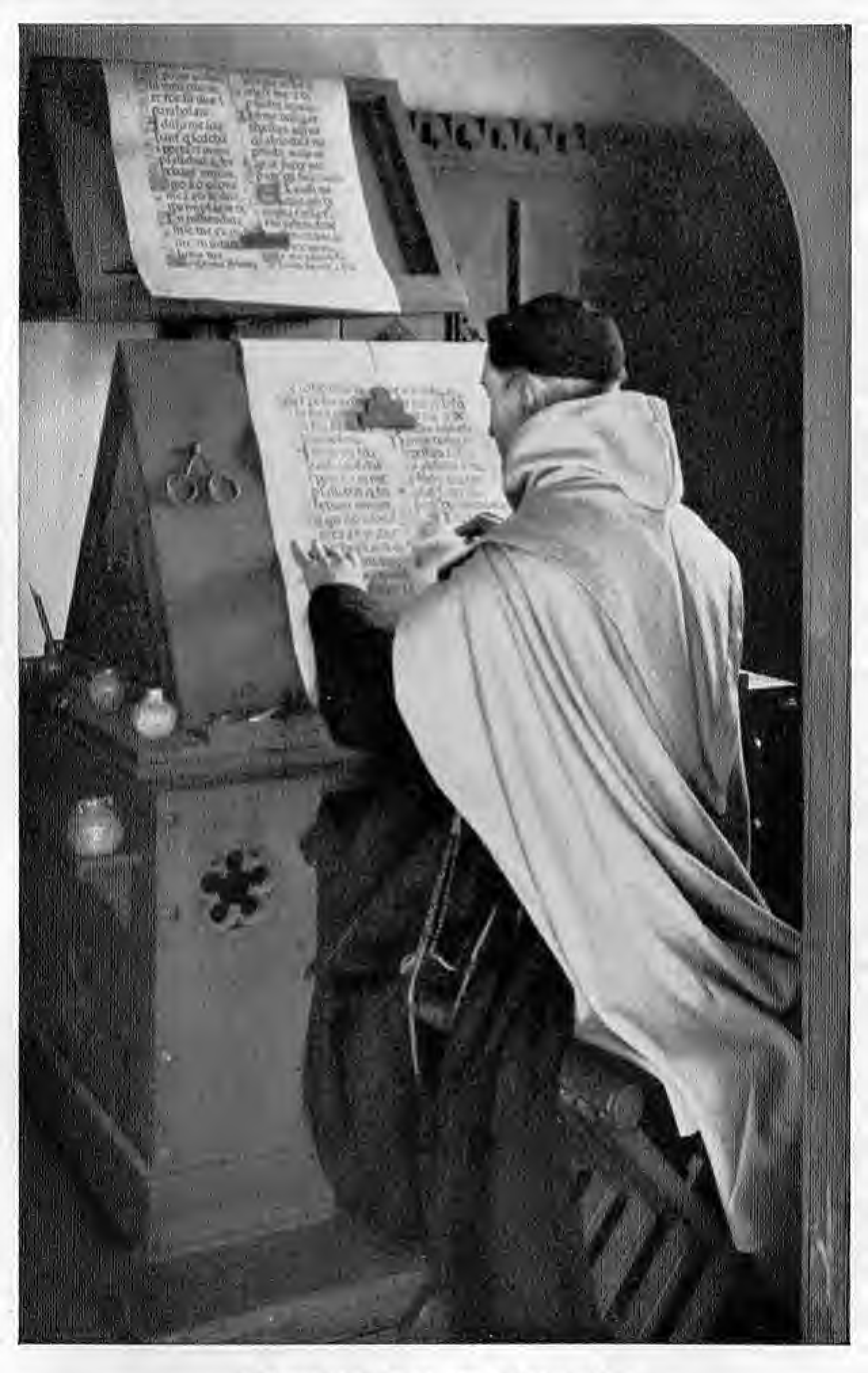
Raum 317: Schreibgeräte

Hier finden wir Griffel, Stichel, Schiefergriffel, Kreiden, Pinsel, Kiel-, Rohr- und Stahlfedern sowie Bleistifte, die ursprünglich aus dem Metall Blei bestanden und heute aus Graphit und Ton hergestellt werden.

Auch der Entwicklung des Füllfederhalters seit den ersten Versuchen von 1636 ist gedacht.

Als wichtiges Schreibgerät kommt in neuester Zeit die Schreibmaschine hinzu, deren beide Arten (Zeigerschreibmaschinen und Tastenschreibmaschinen) mit ihren bedeutendsten Vertretern aufgestellt sind.

Die erste noch aus Holz gefertigte Tastenschreibmaschine mit Typenhebeln baute der Tiroler Zimmermann Peter Mitterhofer um 1856.



Schreibtechnik im Mittelalter

SCHRIFTDRUCK

Raum 318: Gutenbergstube

In der „Gutenbergstube" finden wir die grundlegenden Geräte zum Letternguß, zur Satzherstellung und zur Durchführung des Druckens selbst.

Während man schon in alter Zeit Druckstöcke aus Stein und Holz fertigte und bereits vor Gutenberg mit holzgeschnitzten oder gegossenen Lettern druckte, erfand Gutenberg eine Gießform, durch die es möglich war, Metall-Lettern in großer Anzahl nach einer einzigen Matrize herzustellen. Erst durch diese Erfindung wurde es möglich, Bücher in größeren Mengen zu drucken.

Raum 319: Letternherstellung

Eine Tafel und ein Pult zeigen den antiken Stempel- und Zeugdruck, Holz- und Metallplattendruck vor Gutenberg. Da ein Gießinstrument Gutenbergs nicht erhalten ist, sei auf das vermutlich ähnliche Instrument von Plantin hingewiesen.

Eine zweite Tafel gibt Aufschluß über heutige Letternherstellung mit neuzeitlichen Hilfsmitteln, wie Photographie und Galvanoplastik, zur Anfertigung der Matrizen.

Die Letterngießmaschinen sind seit der ersten von Bruce in mehreren Entwicklungsstufen gezeigt. In der Mitte eine Komplettgießmaschine, die vollständig setzfertige Lettern liefert.

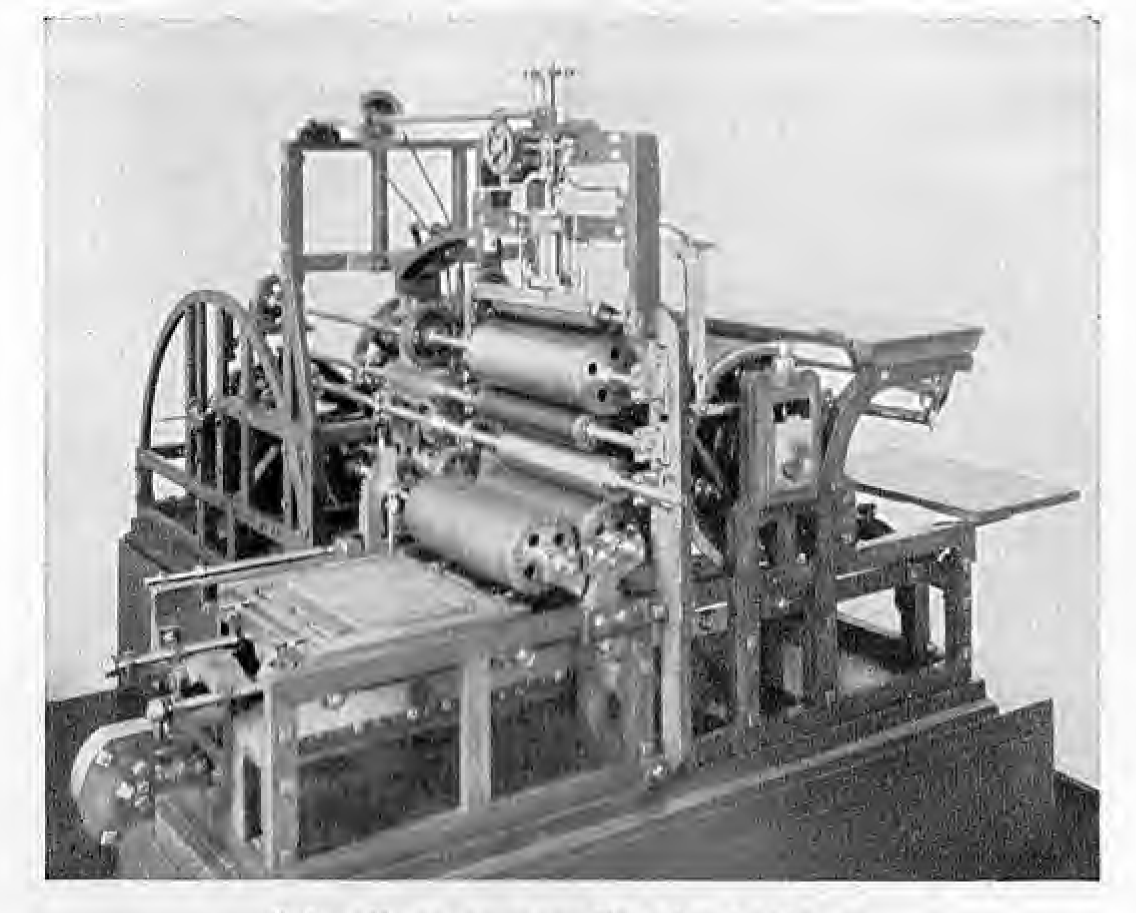
Raum 320: Setzen und Drucken

Die Arbeit des Setzens der Lettern kann entweder von Hand oder durch Maschinen erfolgen.

Beim Handsatz muß der Setzer die Lettern einzeln aus den Fächern der Setzkästen entnehmen und zeilenweise zusammenfügen. Bei den Setzmaschinen, z. B. der von Mergenthaler erfundenen „Linotype", werden die Matrizen auf einer schreibmaschinenartigen Einrichtung zusammengesetzt und zeilenweise abgegossen. Auf diese Weise entstehen unmittelbar zum Druck verwendbare zusammenhängende Zeilen. Während beim Handsatz nach dem Druck die Lettern wieder in die einzelnen Fächer von Hand zurückgelegt werden müssen, legt die Linotype die Matrizen selbsttätig wieder ab.

Außer diesen Zeilengieß-Maschinen gibt es auch solche für Einzellettern, wie die Monotype-Maschine.

Die Entwicklung der Druckmaschinen ist von der Handpresse angefangen bis zur Schnellpresse von König (1811) und zu den Rotationsmaschinen, wie sie für die großen Zeitungen erforderlich sind, durch Modelle und Bilder gezeigt. Bei letzteren wird die Druckplatte in zylindrischer Form angewendet. Man stellt mehrere Abgüsse nach biegsamen Papiermatrizen her, so daß in kürzester Zeit große Auflagen bewältigt werden können. (Stereotypie.)



Schnellpresse von Friedrich König

Raum 321: Druckproben

In einigen Schränken sind Buchdruckproben aus verschiedenen Jahrhunderten und Kulturen aufgelegt. Unter anderem findet man hier ein Blatt aus der 42-zeiligen Bibel Gutenbergs, die 1453—55 in Mainz gedruckt wurde.

Anschließend an die Schrift-Vervielfältigung ist die Bildvervielfältigung behandelt. Über die Herstellung von Bildern durch photographische und Druckverfahren geben einleitende Vergleichsdarstellungen einen Überblick.

Raum 322—323: Zur Zeit im Umbau

BILDDRUCK

Raum 324: Hochdruck

Bei den Hochdruck-Arten sind die bilderzeugenden Stellen des Druckstockes erhaben. Am deutlichsten tritt dies beim Holzschnitt hervor. Die Zeichnung wird in Holz derartig eingeschnitten, daß nur diejenigen Stellen stehen bleiben, die drucken sollen. Will man

farbige Blätter erzielen, so wird für jede Farbe ein eigener Druckstock angefertigt und die genau zueinander passenden Platten werden nacheinander abgedruckt.

Statt der mechanischen Arbeit mit der Hand kann die Herstellung des Druckstockes durch die Ätzwirkung einer Säure auf Metallplatten erfolgen. Auch hier können farbige Bilder durch einzelne Platten, die nach verschiedenen Farbenauszügen angefertigt sind, hergestellt werden.

Raum 325: Tiefdruck

Den Gegensatz zum Hochdruck stellt der Tiefdruck dar, bei dem die druckenden Stellen vertieft in Metallplatten liegen. Am deutlichsten ist dies beim Kupferstich ersichtlich. Mittels Sticheln wird in eine blanke Kupferplatte die Zeichnung eingegraben. Hierauf werden die Vertiefungen mit Druckfarbe ausgefüllt. Legt man ein angefeuchtetes Blatt Papier auf die an der Oberfläche blankgewischte Kupferplatte und preßt mit starkem Druck, so saugt das Papier die Farbe, d. h. die Zeichnung aus den Vertiefungen.

An Stelle der mechanischen Handarbeit kann auch hier die ätzende Wirkung einer Flüssigkeit angewandt werden, wie dies z. B. bei der Radierung der Fall ist.

Neben diesen Verfahren gibt es eine Reihe von Tiefdruckmethoden, die nicht von den Originalzeichnungen eines Künstlers ausgehen, sondern sich photographischer Vorlagen bedienen und sie auf photographischem Wege reproduzieren. So werden z. B. Heliogravüren hergestellt, ferner Tiefdruckpostkarten, verschiedene illustrierte Zeitungen und vieles anderes.

Eine Tiefdruck-Rotationspresse in der Saalmitte zeigt, wie an Stelle der ebenen Druckplatten ein umlaufender Kupferzylinder benutzt wird, der die Ätzungen trägt.

Raum 326: Flachdruck

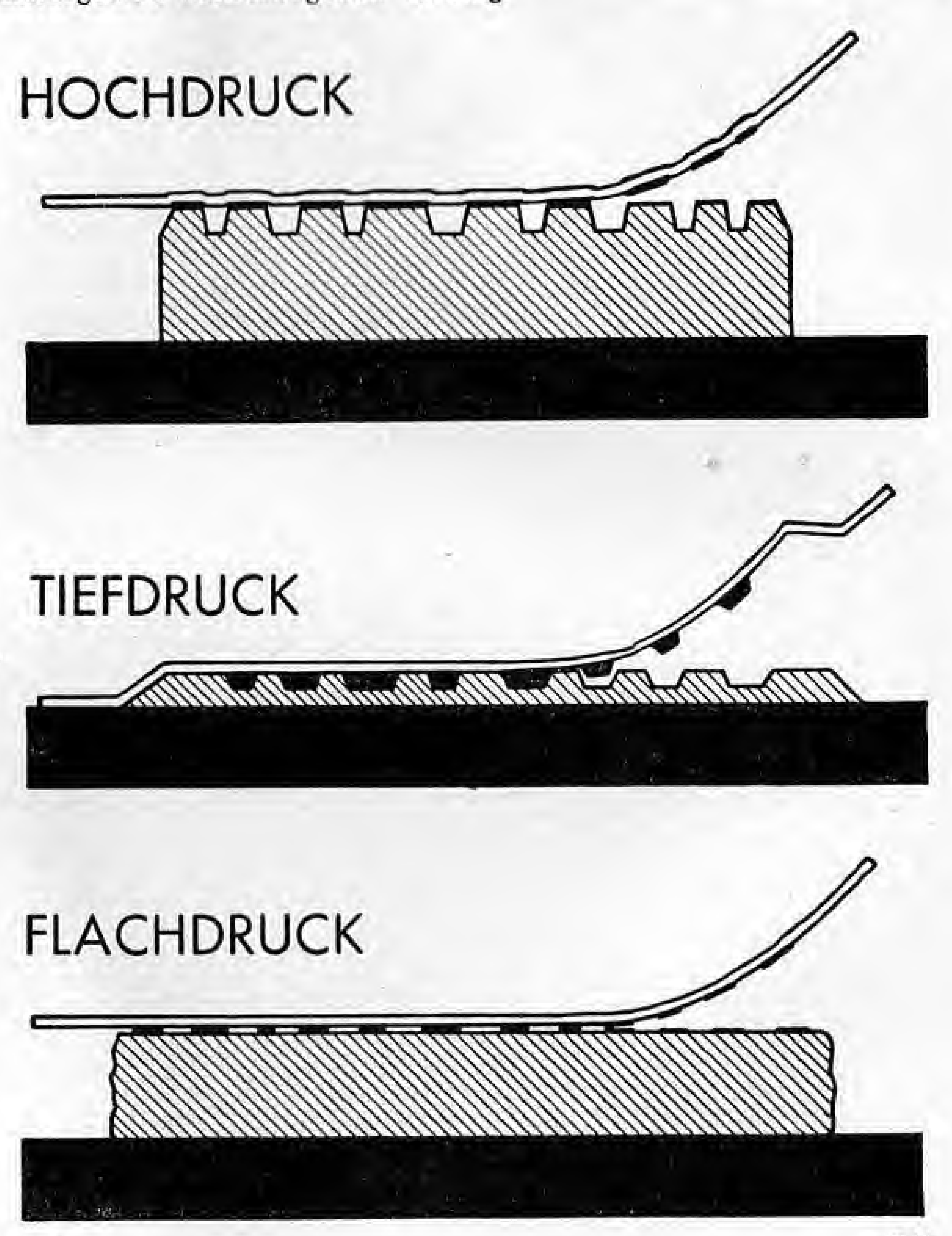
Beim Flachdruck liegt die Zeichnung auf der Druckplatte weder erhaben noch vertieft.

Am Anfang steht die von Alois Senefelder 1799 in München erfundene Lithographie, die darauf beruht, daß bestimmte Steinplatten sowohl Wasser als auch Fett aufsaugen, jedoch nicht beides an derselben Stelle. Zeichnet oder schreibt man daher mit fettiger Tusche auf Solnhofener Platten, so kann man nach entsprechender Feuchtung und Einfärbung davon wiederholt Abzüge herstellen.

Zwei Originalpressen Senefelders sind neben einigen seiner Werkzeuge in der Sammlung enthalten.

Später wurden neben den Steinplatten auch Zink- und Aluminiumplatten verwendet, was besonders wegen deren Biegsamkeit für die Rotationsmaschinen, d. h. die Offsetpressen, wichtig war. Bei diesen wird vom Plattenzylinder nicht sofort auf das Papier gedruckt, sondern das Bild zuerst auf einen Gummizylinder übertragen und von hier aus auf das Papier gebracht („Offset", d. h. Absetzmaschine).

Als letztes Flachdruckverfahren ist der Lichtdruck zu nennen, der die photographische Schicht unmittelbar zum Drucken benutzt und die Vorlagen besonders beim Farbenlichtdruck äußerst naturgetreu wiederzugeben vermag.





Teilstück aus dem Modell: Feldarbeit für ein Sommergetreide

LANDWIRTSCHAFT

Raum 327: Pflanzenernährung. Düngung

Zunächst wird veranschaulicht, welche Stoffe die einzelnen Pflanzen zu ihrem Wachstum benötigen und in welchen Mengen. Dementsprechend muß die Zufuhr von Nährstoffen, d. h. die Düngung, eingerichtet werden. Neben der natürlichen Düngung werden besonders seit Liebig auch künstliche Düngemittel benutzt. Nach der Art der angebauten Pflanzen werden die kalihaltigen, phosphorsäurehaltigen, stickstoffhaltigen oder kalkhaltigen Düngemittel in entsprechenden Mengen angewendet. Vergleichsaufnahmen zeigen die Wirkung der einzelnen Düngemittel an verschiedenen Pflanzen.

Raum 328: Einführung

Die mechanischen Arbeiten des Landmannes zerfallen in Bodenbearbeitung und Saatenpflege einerseits und Erntearbeiten andrerseits.

Neben einführenden Bildern über die Feldbestellung verschiedener Zeiten und Völker sind statistische Angaben über Ackerbau und Viehzucht vorhanden.

Raum 329: Bodenbearbeitung

An Originalen und Modellen verfolgen wir die schrittweise Vervollkommnung des Pfluges vom Grabstock und Hakenpflug bis zu den Karrenpflügen, den Dampf- und Motorpflügen.

Außerdem sind Grubber, Kultivatoren, Eggen und Walzen aufgestellt, Geräte, die nötig sind, um den gepflügten Boden für die Saat fertig zu machen.

Zur Bodendurchlüftung und Unkrautvernichtung während des ersten Wachstums dienen Hackpflüge und Hackmaschinen.

Raum 330: Feldarbeit. Säevorrichtungen

Ein sehr anschauliches Diorama führt uns die in den einzelnen Monaten für ein Sommergetreide erforderliche Feldarbeit des Landmannes mit allen dazu gehörigen Geräten vor Augen.

Auf der gegenüberliegenden Seite findet man die Entwicklung der Säemaschinen vom alten indischen Säepflug bis zur Einzelkornsäemaschine.

Raum 331: Pflanzenzüchtung

Aufgabe der Pflanzenzüchtung ist es, eine Steigerung sowohl der Ertragsmengen als auch der Eigenschaften der einzelnen Arten zu erzielen.

Als Grundlage dient hierfür das Mendel'sche Vererbungsgesetz, dessen Auswirkung an verschiedenen Proben landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen dargetan ist.

Raum 332: Ernte

Die Darstellung der Erntearbeit nimmt ihren Ausgang bei den Sicheln und Sensen, die bei allen ackerbautreibenden Völkern seit alters bekannt sind.

Bei den Mähmaschinen sieht man kreisende oder hin- und hergehende Messer in verschiedener Anordnung zum Abschneiden des Getreides. Die neuesten Erntemaschinen binden gleichzeitig das abgeschnittene Getreide zur Garbe und legen diese ab. Der erste Getreidemäher von McCormick ist als Nachbildung in der Sammlung aufgestellt, daneben steht ein Bindemäher der Deutschen Werke.

Die Arbeit des Dreschens, d. h. der Lösung der Körner aus den Ähren, geschieht anfangs mit Schlaghölzern und Dreschflegeln, die geschwungen werden, dann durch Schlitten, die an der Unterseite mit Feuersteinen besetzt sind und über das ausgebreitete Getreide gezogen werden, oder mit mechanischen Dreschflegeln und Dreschstampfern. Eine betriebsfähige neuzeitliche Dreschmaschine mit teils feststehenden, teils umlaufenden Schlagleisten bildet den Abschluß.

An einer Reihe von Modellen kann schließlich noch die Reinigung und Sortierung von Getreide verfolgt werden.

Raum 333: Kartoffel- und Futtergewinnung

Die Seitengalerie enthält Geräte und Maschinen für die Kartoffelernte. Daneben sind die einzelnen Arbeiten zur Heugewinnung, wie Mähen, Wenden und Trocknen aus Modellen ersichtlich. Außerdem sind Beispiele von Häckselmaschinen, die zum Zerkleinern von Stroh, Heu und Grünfutter dienen, und von Silos, die zur Futterkonservierung bestimmt sind, aufgestellt.

Raum 334: Mühlenbau

Von den ältesten Reib- und Mühlsteinen führt der Weg zu den neuzeitlichen Müllerei-Einrichtungen. Im Zusammenhang mit dem Mahlgang einer historischen Getreidemühle aus der Tölzer Gegend ist auf die vollständig eingerichtete Windmühle aus dem 18. Jahrhundert hinzuweisen, die im Original im Museumsgarten steht.

An Stelle der Mühlsteine werden heute zum Mahlen des Getreides Porzellan- und Stahlwalzen verwendet.

Um einen Einblick in die Arbeiten eines neuzeitlichen Müllereibetriebes zu geben, ist das Modell einer Weizenmühle, sowie eine vorführbare Originalanlage aufgestellt. Man sieht die Reinigungsmaschine (den Trieur), die eigentliche Mühle (den Walzenstuhl) und schließlich die freischwingende Siebvorrichtung (den Plansichter).

Raum 335—336: Milchwirtschaft

Das Gebiet erstreckt sich auf die Gewinnung, Behandlung und Verarbeitung der Milch.

Einleitend eine Allgäuer Sennhütte, in der die ältesten Molkereieinrichtungen für Butter- und Käseerzeugung vorzufinden sind.

Daneben geben Zusammenstellungen Aufschluß über verschiedene Milchviehrassen und deren Leistungen, über alte und neue Stallungen, sowie über Melken und Melkmaschinen.

Die Behandlung der Milch erstreckt sich auf Reinigung, Erhitzung und Kühlung. Durch Pasteurisieren (Dauer- oder Kurzzeiterhitzung) wird die Milch keimfrei gemacht.

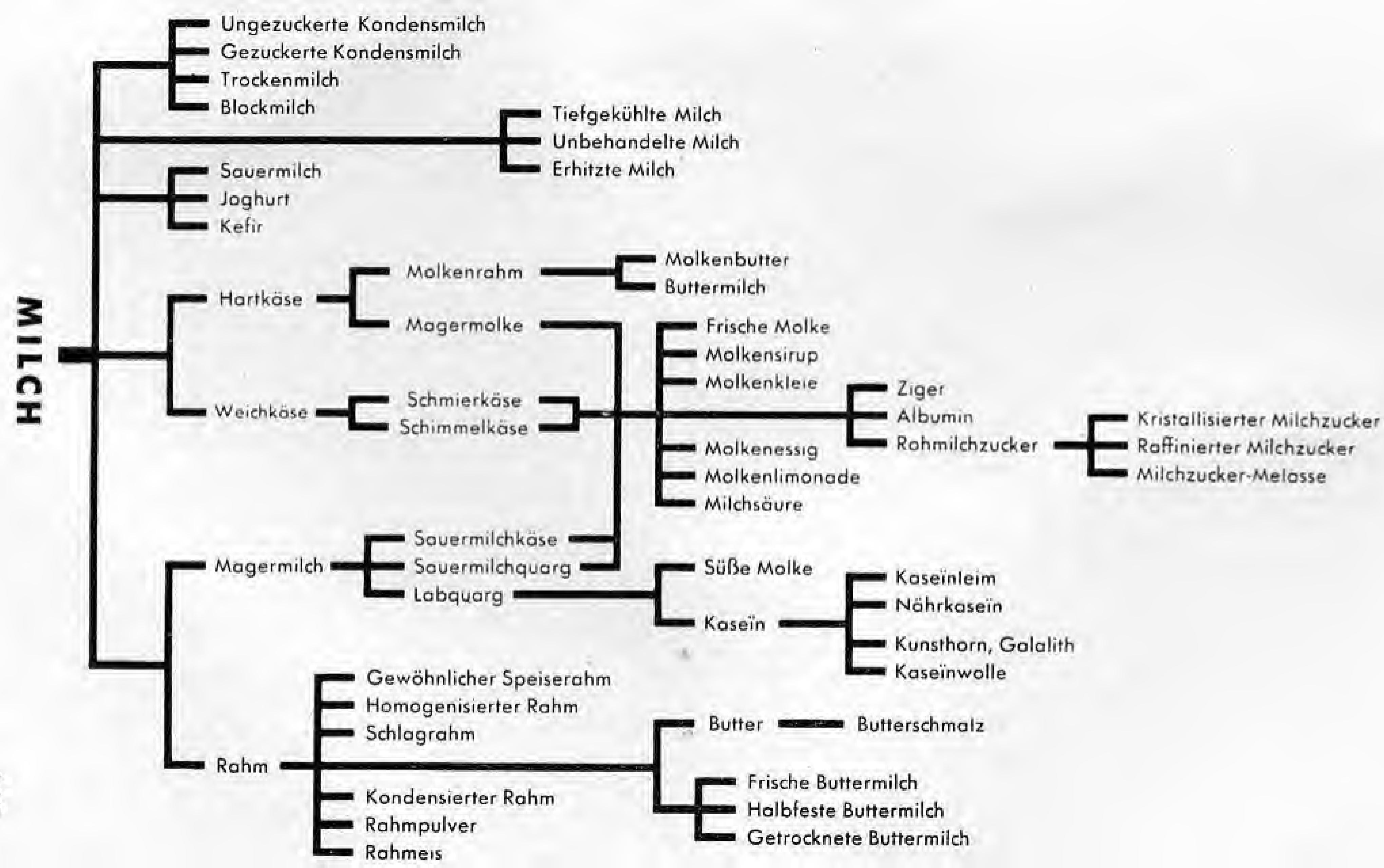
Um Rahm und Magermilch voneinander zu trennen, benützt man entweder Aufrahmgefäße, in denen auf natürliche Weise eine Trennung hervorgerufen wird, oder Zentrifugen, die durch künstliche Schleuderwirkung eine viel raschere Scheidung von Magermilch und Rahm erzielen.

Anschließend ist die Butterbereitung dargestellt, bei der durch verschiedenartige Bewegung süßen oder sauren Rahmes eine Zusammenballung der Fettkügelchen zu Butter unter Abscheidung von Buttermilch bewirkt wird. Dies geschah in frühester Zeit mit Quirlen, Butterschaukeln und Butterfässern, heute in sogenannten Butterfertigern, in denen die Butter gleichzeitig geknetet wird.

Durch Gerinnen der Milch wird Käse erzeugt. Man unterscheidet Sauermilchkäse, die sich durch selbsttätige Gerinnung bilden, und Labkäse, die durch Zusatz von Labferment, das aus Kälbermägen gewonnen wird, entstehen.

In drei Modellen sieht man Anlagen und Einrichtungen der neuzeitlichen städtischen Milchversorgung Nürnberg-Fürth, bei der alle Vorgänge der Milchbehandlung und -verarbeitung zusammengefaßt sind.

Ein Stammbaum stellt abschließend die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten der Milch und ihrer Nebenprodukte in übersichtlicher Weise dar.


MILCH
Ungezuckerte Kondensmilch
Gezuckerte Kondensmilch
Trockenmilch
Blockmilch
Tiefgekühlte Milch
Unbehandelte Milch
Erhitzte Milch
Sauermilch
Joghurt
Kefir
Hartkäse
Molkenrahm
Magermolke
Molkenbutter
Buttermilch
Frische Molke
Molkensirup
Molkenkleie
Molkenessig
Molkenlimonade
Milchsäure
Ziger
Albumin
Rohmilchzucker
Kristallisierter Milchzucker
Raffinierter Milchzucker
Milchzucker-Melasse
Weichkäse
Schmierkäse
Schimmelkäse
Magermilch
Sauermilchkäse
Sauermilchquarg
Labquarg
Süße Molke
Kaseïn
Kaseïnleim
Nährkaseïn
Kunsthorn, Galalith
Kaseïnwolle
Rahm
Gewöhnlicher Speiserahm
Homogenisierter Rahm
Schlagrahm
Kondensierter Rahm
Rahmpulver
Rahmeis
Butter
Butterschmalz
Frische Buttermilch
Halbfeste Buttermilch
Getrocknete Buttermilch



Ossetenbrauerei im Kaukasus

BRAUEREI UND BRENNEREI

Raum 337: Brautechnisches Laboratorium

An zwei Übersichtstafeln wird dem Besucher der Werdegang des Bieres schematisch gezeigt. Der erste Teil bezweckt die Herstellung des Malzes aus der Gerste, der zweite Teil umfaßt den eigentlichen Brau- und Gärprozeß.

Neben der Sammlung der Ausgangsprodukte sind die physikalischen und chemischen Geräte aufgestellt, die zur Prüfung der Rohstoffe und der Zwischenprodukte sowie des fertigen Bieres nötig sind.

Raum 338: Werdegang des Bieres

Die Gerste wird geputzt und sortiert und in Weichen gebracht, wo sie das zur Keimung nötige Wasser aufnimmt. Durch die Keimung, die entweder auf offenen Tennen oder in besonderen Behältern erfolgt, wird die Gerste in Malz verwandelt. Das gekeimte Malz wird nun gedarrt und dadurch haltbar gemacht, außerdem bilden sich dabei Farb- und Aromastoffe. Das darauf folgende Maischen des gemahlenen Malzes (Mischen mit Wasser bei höherer Temperatur) bezweckt die Verwandlung der Gerstenstärke in Zucker. Hierauf wird die Würze von unlöslichen Bestandteilen in Läuterbottichen oder Filtern getrennt und dann unter Zusatz von Hopfen in der Würzpfanne gekocht. Dabei erhält das Bier besondere Aromastoffe, bitteren Geschmack und seine Haltbarkeit. Nach Abseihen des Hopfens wird die Würze gekühlt. Auf Zusatz

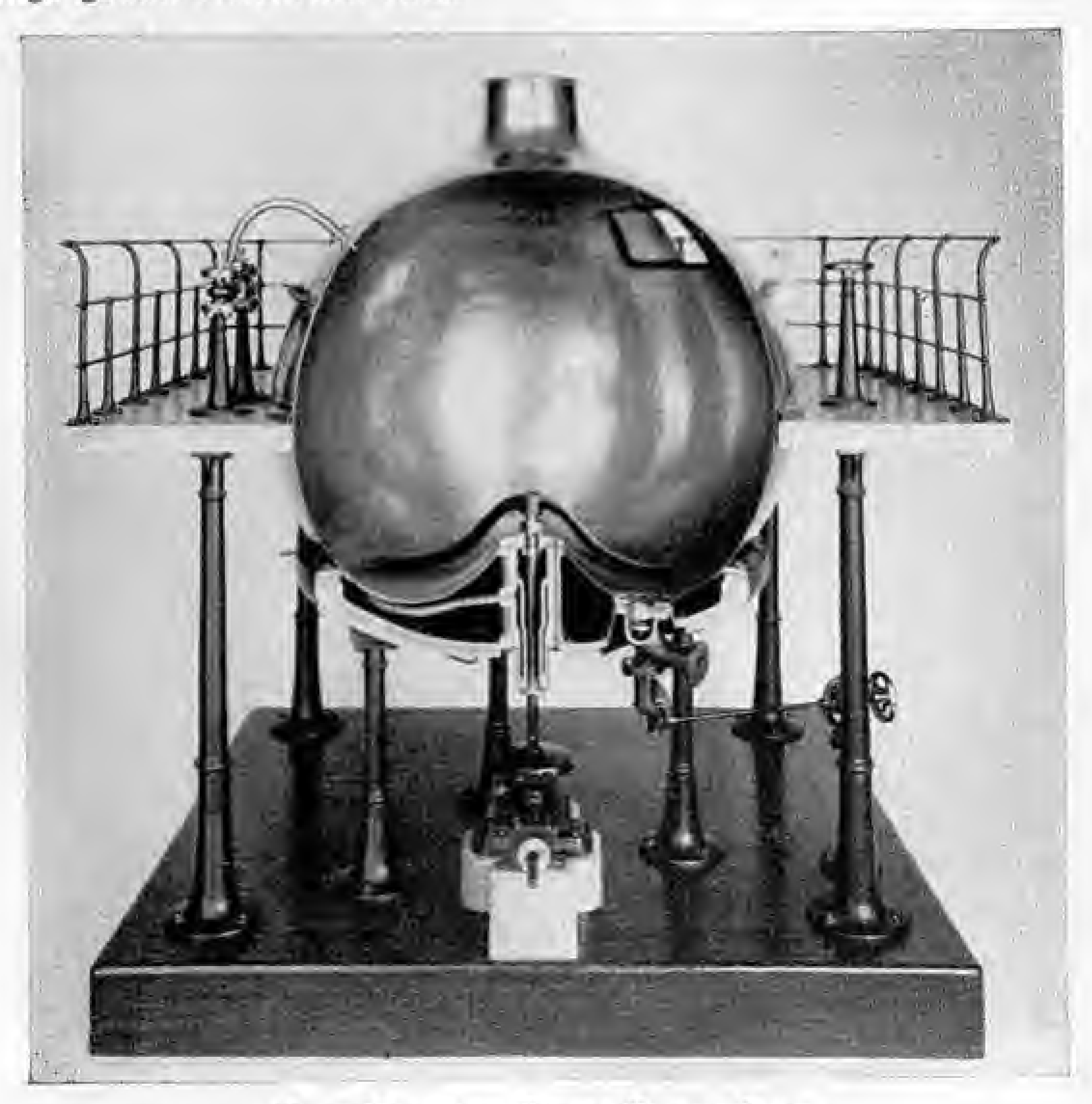
von Hefe beginnt die Gärung, die in zwei Abschnitten im Gärkeller und im Lagerkeller vor sich geht. Durch die Gärung bilden sich Alkohol und Kohlensäure.

Raum 339: Brauerei-Gesamtanlage

Aus Reliefdarstellungen von ägyptischen Gräbern 2500 v. Chr. wissen wir, daß die Brauerei schon damals bekannt war. Einige Modelle zeigen einen alten ägyptischen Getreidespeicher und die einzelnen Arbeiten bei der Bierherstellung. Über den Kaukasus kam die Braukunst nach Europa. Die Steinbierbrauerei der alten Germanen, bei der zur Erwärmung der Maische glühende Steine in den Bottich geworfen wurden, ist zum Teil in Kärnten heute noch üblich.

Eine altdeutsche Brauerei des 17. Jahrhunderts mit allen Einrichtungen, u. a. auch der Faßfabrikation, ist durch ein Modell bis ins kleinste wiedergegeben.

Wie die Spatenbrauerei in München im Jahre 1812 aussah, zeigt ein Modell im Längsschnitt, wobei ebenfalls die einzelnen Vorgänge genau ersichtlich sind.



Kugelförmige Dampfbraupfanne

In der Mitte des Saales gibt das Modell eines Sudhauses mit rotierender Dampfschlangenheizung des Braugefäßes einen Begriff neuzeitlicher Einrichtungen.

Raum 340: Brennerei

Schematische Tafeln zeigen die Reihenfolge der Vorgänge bei der Kartoffel- und Obstbrennerei, wie Waschen, Dämpfen, Maischen, Gären und Destillieren.

Daneben sind die Ausgangsstoffe aufgestellt. Man sieht z. B. wieviel Weintrauben nötig sind, um einen Liter 50%igen Weinbrand herzustellen, oder wieviel Kirschen, Zwetschgen, Birnen, Äpfel usw. für die entsprechenden Erzeugnisse erforderlich sind.

Zur Gewinnung von Spiritus dienen in erster Linie Kartoffel, deren Stärkegehalt durch Zusatz von Malz in Zucker verwandelt wird. Einige Modelle zeigen Einrichtungen und Anlagen von Brennereien aus alter und neuer Zeit. Auch hier sind Meß- und Prüfungsgeräte in ähnlicher Weise wie in der Brauerei in Gebrauch.

Raum 341: Obstbrennerei

Den Abschluß bildet die Darstellung einer Obstbrennerei um 1730, die mit ihren Öfen, Brennblasen und Kühlschlangen an die Geräte der damaligen chemischen Laboratorien erinnert.

Zurück zum Ausgang bei Raum 339, über die Treppe abwärts zum 2. Obergeschoß und von hier aus zum Haupt-Treppenhaus



Biergarten in der Biedermeierzeit

Gemälde von M. Zeno Diemer in der Museums-Restauration

BIBLIOTHEK
UND
SAALBAU



Lesesaal in der Bücherschau

DIE BIBLIOTHEK

Die nach neuzeitlichen Gesichtspunkten ausgestattete Bibliothek des Deutschen Museums sammelt das Schrifttum aller Zeiten und Länder auf den Gebieten der exakten Naturwissenschaften und der Technik. Die Gesamtbestände umfassen über 230 000 Bände.

Da die Bücherei als Präsenzbibliothek nichts außer Haus gibt, stehen dem Benutzer sämtliche Bücher jederzeit zur Verfügung.

ABTEILUNGEN

Bücherschau mit über 1000 Büchern allgemein verständlichen Inhalts: Geschichte, Jugendschriften, Bastelbücher, Naturkunde, Himmelskunde, Länderkunde, Reisebeschreibungen, Erzählungen, Sport, Verkehr, Haus und Wohnung, Handwerk, Technik im Bild.

Handbibliothek mit über 15 000 wissenschaftlichen Werken und 1000 laufenden Zeitschriften: Allgemeines, Geschichte, Biographien,

Bildungswesen, Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie, Erdkunde, Landwirtschaft, Berg- und Hüttenwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik, Energieversorgung, Verkehr, Bauwesen, Metall-, Holz- und Steinbearbeitung, Textilien, Papier, Chemische Industrie, Graphische Gewerbe, Wirtschaft.

Nachschlage-Abteilung mit 5000 Büchern und 350 Zeitschriften: Adreß- und Fernsprechbücher, Industrieadreßbücher, Vorlesungsverzeichnisse, Konversations- und Fachlexika, Personallexika, Bibliographien, Wörterbücher, Reiseführer, Statistiken, Normen, Gesetze, Firmenkataloge, Führer durch Museen und Ausstellungen.

Patentschriftenstelle mit sämtlichen deutschen und zahlreichen ausländischen Patentschriften. Zeichengelegenheit vorhanden.

Katalogsaal mit Auskunftstelle und den Katalogen des Gesamtbestandes: Verfasserkatalog, Sachkatalog und Katalog der Zeitschriften-Aufsätze.

Bücherausgabe für die in den Magazinen untergebrachten Bestände von 200 000 Bänden zu deren Benutzung in den Lesesälen. Ausgabe erfolgt sofort nach Bestellung.

Handschriften- und Urkunden-Sammlung mit 15 000 Briefen, Aufzeichnungen und Akten.

Bildnis-Sammlung mit 8000 Stichen, Lithographien und Lichtbildern.

Denkmünzensammlung mit 2000 Medaillen und Plaketten.

Plansammlung mit 60 000 technischen Zeichnungen, Plänen und Stichen.

Ehrenraum neben der Eingangshalle mit wechselnden Buchausstellungen aus dem Bibliotheksbestand.

Zeitungslesesaal mit in- und ausländischen Zeitungen, soweit sie eingehendere Berichterstattung über Naturwissenschaft und Technik aufweisen.



Patentschriftenabteilung in der Bibliothek

ÖFFNUNGSZEITEN

Die Bibliothek des Deutschen Museums ist zugänglich werktags von 9—21 Uhr, sonntags von 9—18 Uhr.

BENUTZUNGSKARTEN

Die Karten für die Bibliothek des Deutschen Museums können nur in der Eingangshalle des Bibliothekbaues gelöst werden.

Tageskarten	RM. —.30
Monatskarten	RM. 1.—
Halbjahreskarten . . .	RM. 3.—
Jahreskarten	RM. 5.—

Jugendliche und Studierende zahlen die Hälfte.

DER SAALBAU

Für die Verbreitung naturwissenschaftlicher und technischer Kenntnisse durch das gesprochene Wort hat das Deutsche Museum eine Anzahl von Vortragssälen verschiedener Größe geschaffen, die mit allen erdenklichen Einrichtungen für physikalische und chemische Vorführungen, sowie für Lichtbild- und Tonfilm-Darbietungen ausgerüstet sind. Diese Säle mit den dazugehörigen Nebenräumen, wie Sitzungszimmern, Kongreßbüros, Vorbereitungs- und Wirtschaftsräumen, haben sich unter anderem für die Abhaltung von Tagungen verschiedenster Art als besonders geeignet erwiesen.

Vor allem ist hier der große Festsaal hervorzuheben, der über 2000 Sitzplätze enthält. Seine vielseitige Verwendbarkeit wird noch erweitert durch den Einbau einer Orgel und die Möglichkeit, das Podium in kürzester Zeit in eine Bühne zu verwandeln. Mit seinen neuzeitlichen Einrichtungen und seiner künstlerischen Ausschmückung ist dieser Saal einer der schönsten und würdigsten Festsäle Deutschlands.



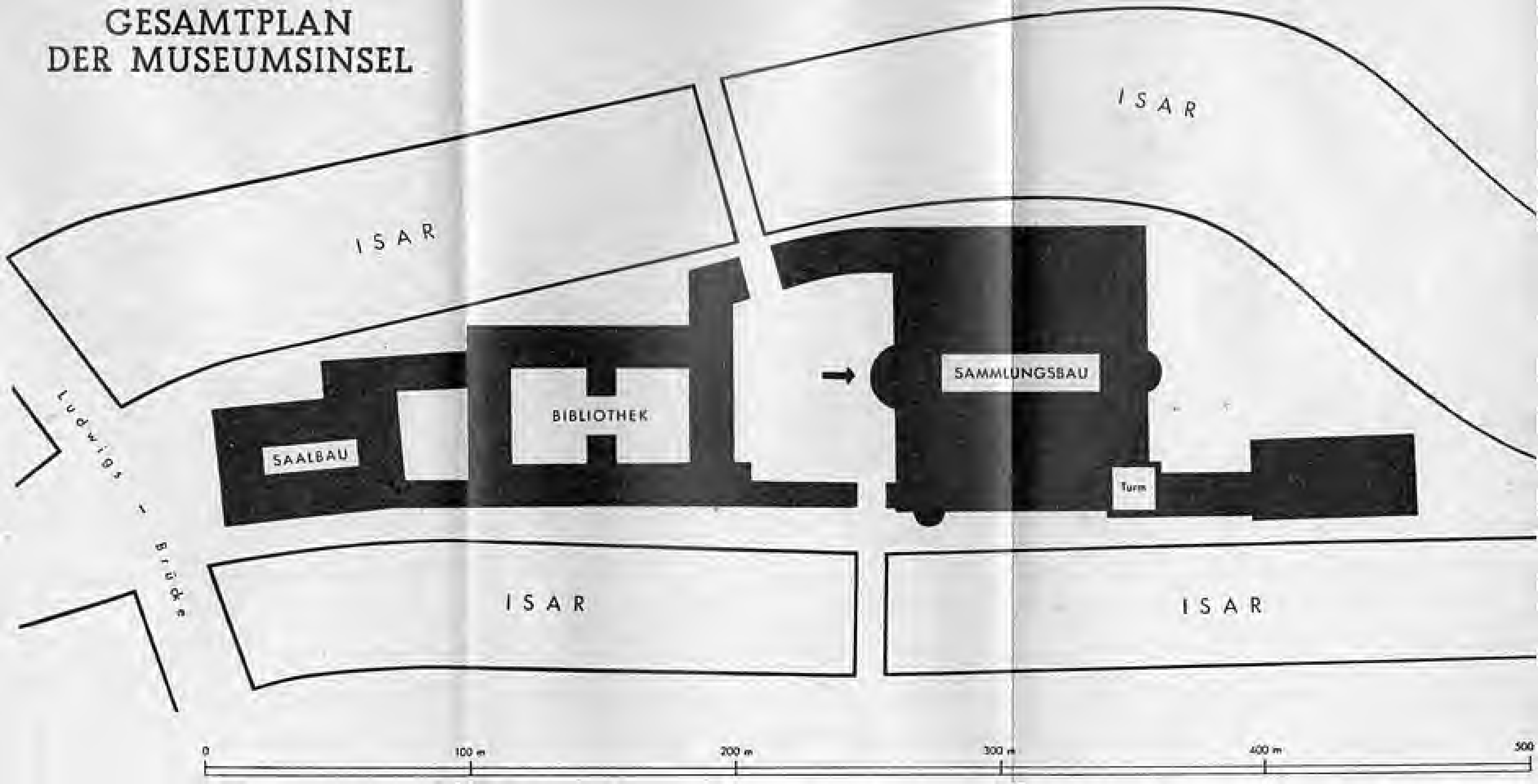
Der Festsaal des Deutschen Museums

GRUPPEN-VERZEICHNIS

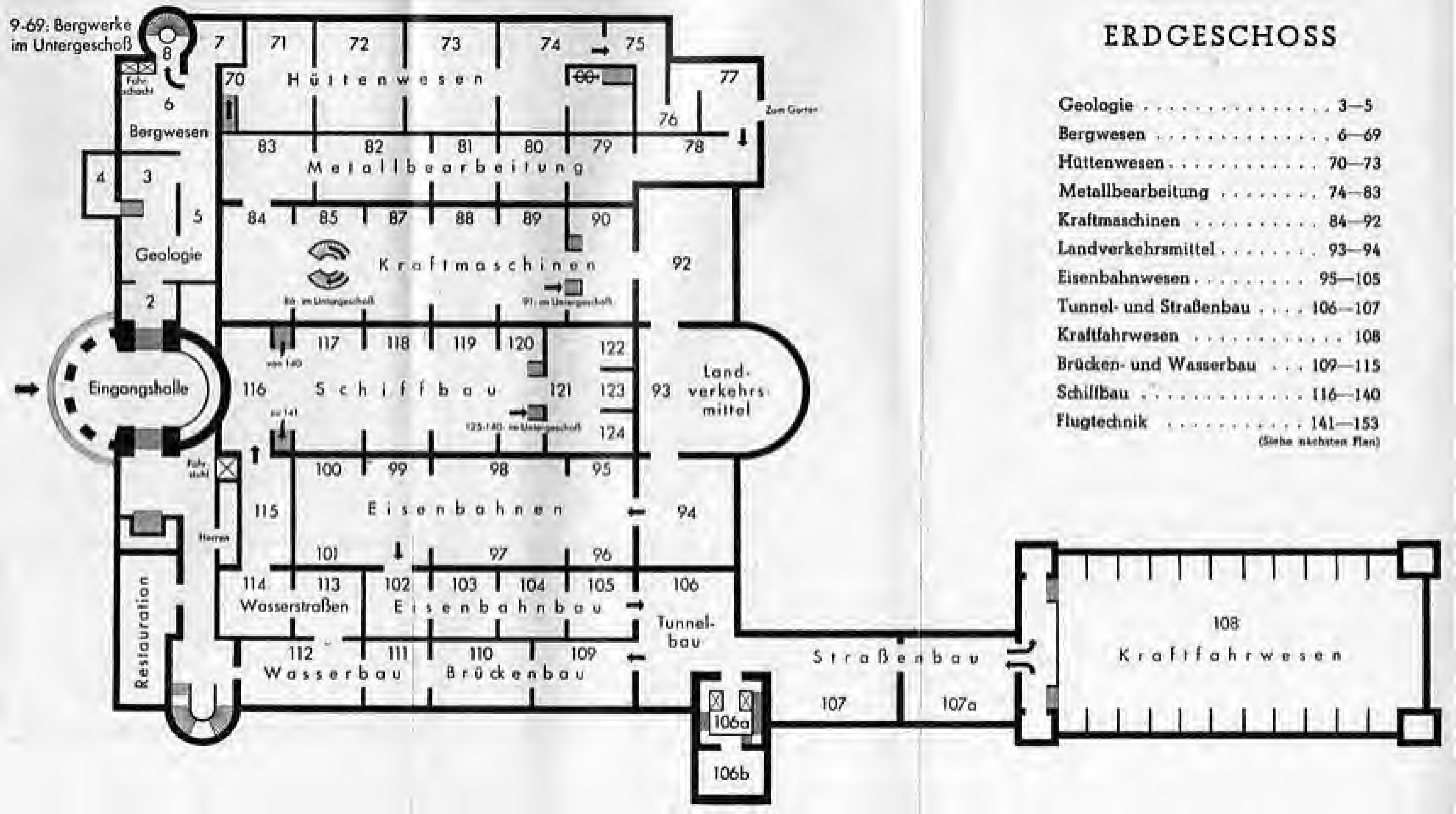
DIE ZAHLEN BEDEUTEN DIE RAUM-NUMMERN

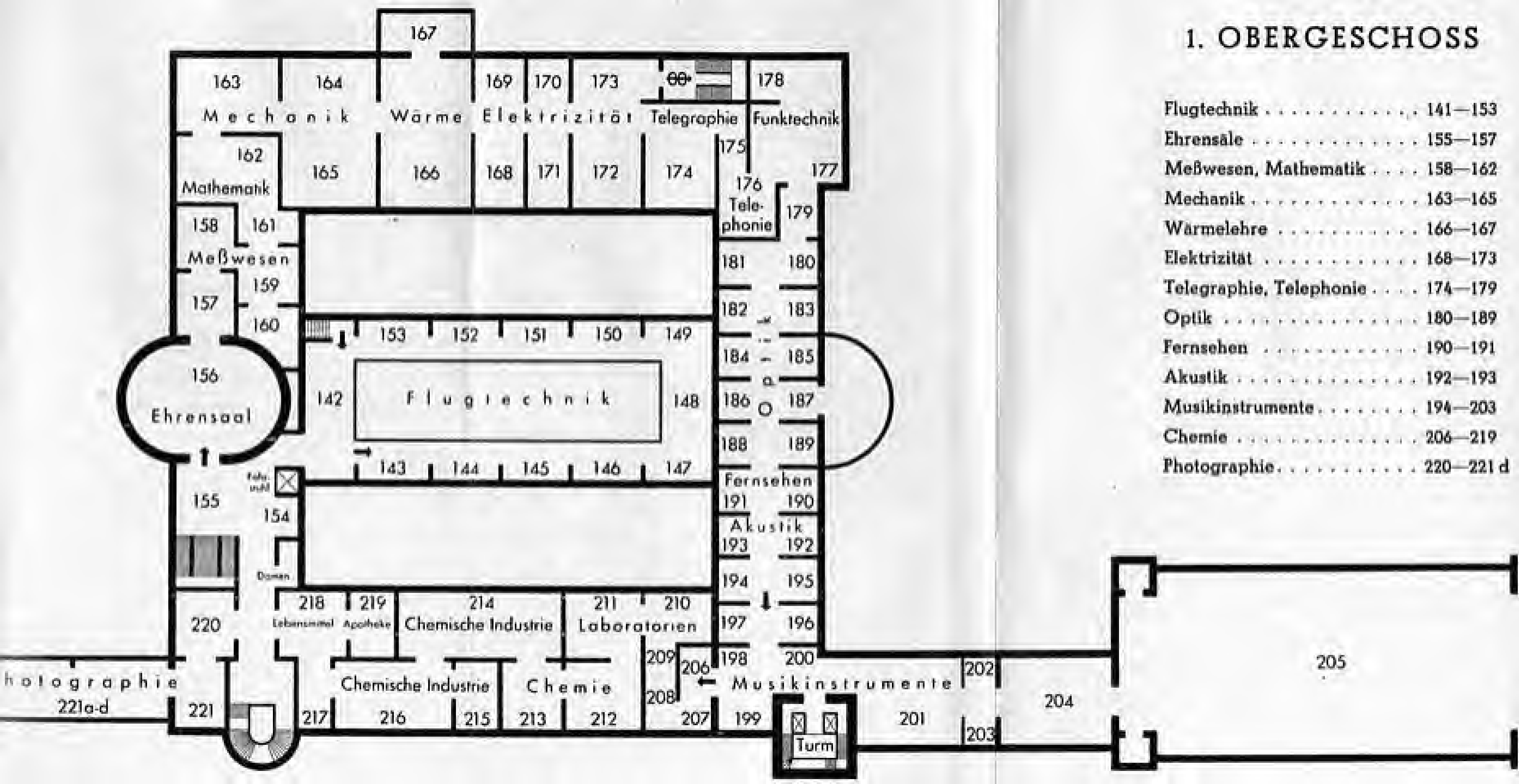
Die Aufnahmen stammen aus der Lichtbildstelle
des Deutschen Museums

PLÄNE

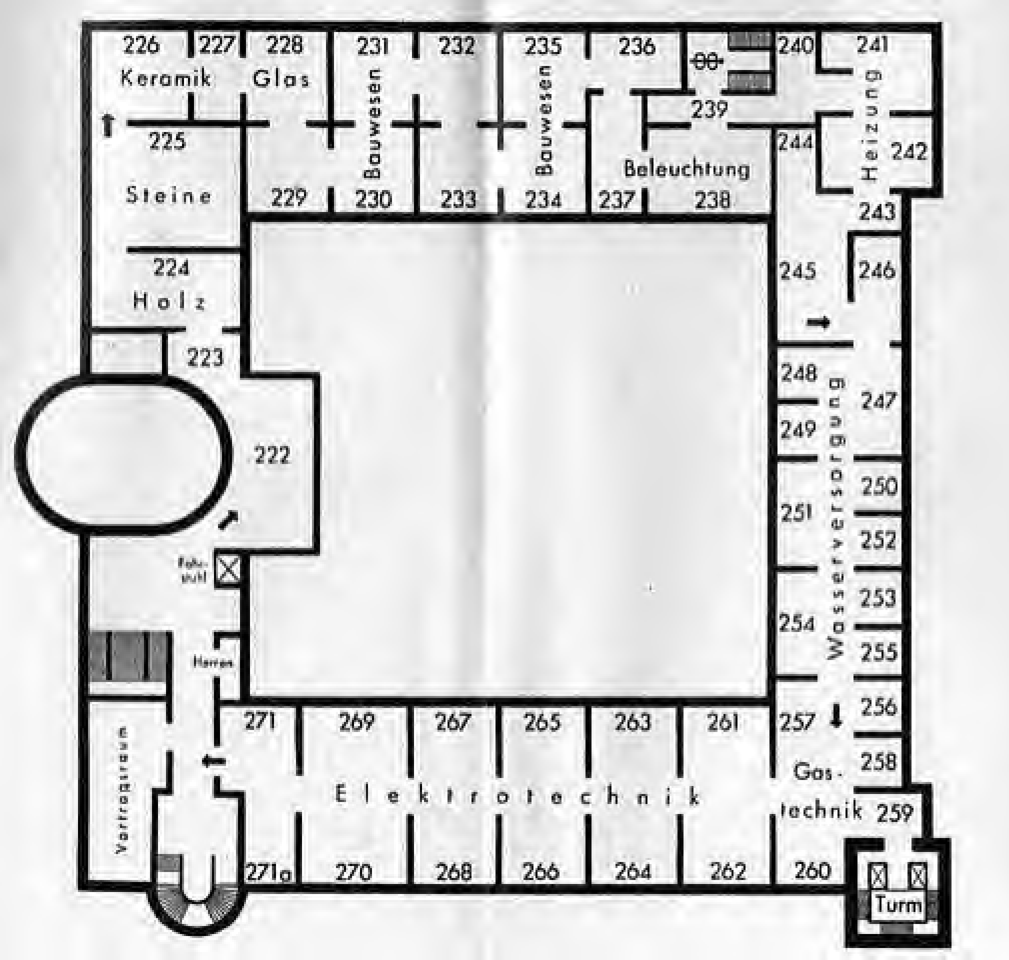


GESAMTPLAN DER MUSEUMSINSEL


ERDGESCHOSS
Geologie . . . . 3—5
Bergwesen . . . . 6—69
Hüttenwesen . . . . 70—73
Metallbearbeitung . . . . 74—83
Kraftmaschinen . . . . 84—92
Landverkehrsmittel . . . . 93—94
Eisenbahnwesen . . . . 95—105
Tunnel- und Straßenbau . . . . 106—107
Kraftfahrwesen 108
Brücken- und Wasserbau . . . 109—115
Schiffbau . . . . 116—140
Flugtechnik . . . . 141—153
(Siehe nächsten Plan)
9-69: Bergwerke im Untergeschoß
Bergwesen
Geologie
Eingangshalle
Restauration
Herren
Hüttenwesen
Metallbearbeitung
Kraftmaschinen
91 im Untergeschoß
Zum Garten
Schiffbau
125-140: im Untergeschoß
Landverkehrsmittel
Eisenbahnen
Wasserstraßen
Eisenbahnbau
Tunnelbau
Wasserbau
Brückenbau
Straßenbau
Kraftfahrwesen
106a
106b
107
107a
108

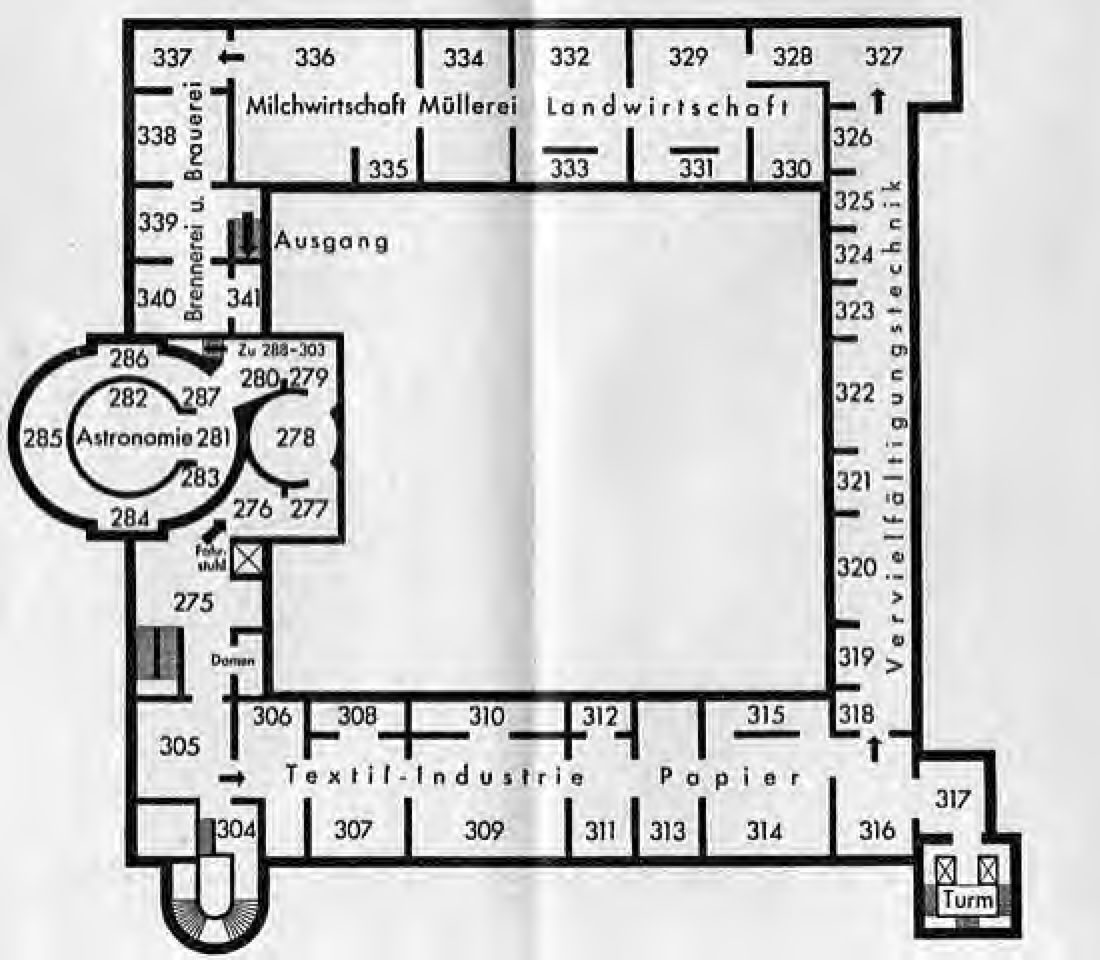


1. OBERGESCHOSS
Flugtechnik . . . . 141—153
Ehrensäle . . . . 155—157
Meßwesen, Mathematik . . . . 158—162
Mechanik . . . . 163—165
Wärmelehre . . . . 166—167
Elektrizität . . . . 168—173
Telegraphie, Telephonie . . . . 174—179
Optik . . . . 180—189
Fernsehen . . . . 190—191
Akustik . . . . 192—193
Musikinstrumente . . . . 194—203
Chemie . . . . 206—219
Photographie . . . . 220—221 d
167
163
164
Mechanik
Wärme
169
170
173
Elektrizität
Telegraphie
178
Funktechnik
162
Mathematik
165
166
168
171
172
174
175
176
Tele-
phonie
177
179
158
161
Meßwesen
159
157
160
181
180
182
183
153
152
151
150
149
184
185
156
Ehrensaal
142
Flugtechnik
148
186
187
188
189
143
144
145
146
147
Fahr-
stuhl
155
154
Fernsehen
191
190
Akustik
193
192
Damen
194
195
218
Lebensmittel
219
Apotheke
214
Chemische Industrie
211
210
Laboratorien
220
197
196
198
200
209
206
202
205
hotographie
221a-d
221
Chemische Industrie
216
217
215
Chemie
213
212
208
207
Musikinstrumente
199
204
201
203
Turm



2. OBERGESCHOSS

Schreib- und Leseraum 222
Holz, Steine, Keramik, Glas . . 223—228
Bauwesen . . . . 229—235
Beleuchtung . . . . 236—239
Heizung . . . . 240—245
Kältetechnik 246
Wasserversorgung . . . . 247—252
Bäder . . . . 253—255
Gastechnik . . . . 256—260
Elektrotechnik . . . . 261—271a
Vortragsraum 272



3. OBERGESCHOSS

